DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Fünfzehnter Jahrgang | 27. Mai 1927 | Heft 21

Die Nachkommen der alten Siedler auf den Boninineln.

Von Richard Goldschmidt, Berlin-Dahlem.
(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie.)

Die Boninineln — der Name ist abgeleitet von mu nin to Kein Mensch Insel — liegen etwa auf dem 27. Breitengrad in ungefähr 500 Seemeilen Entfernung genau südlich von Yokohama auf halbem Weg zwischen diesem Hafen und den ehemals deutschen Marianen. Die wenigen Inselchen vulkanischen Ursprungs sind so klein, daß sie auf gewöhnlichen Karten nur als Punkte erscheinen, wenn überhaupt. Sie wurden im Anfang des siebzehnten Jahrhunderts von dem japanischen Daimyo Ogasawara entdeckt, dessen Namen sie heute auch als japanischer Besitz tragen. Trotz ihrer wundervollen, üppigen Tropennatur und des glänzenden Hafens, den die Hauptinsel (heute Chichijima) bietet, blieben sie aber unbesiedelt; immerhin waren sie doch bekannt, da der alte Kämpfer sie in seinem berühmten Japanbuch erwähnt. Erst 1823 erhielten die Inseln wieder einen kurzen Besuch des amerikanischen Walfängers Coffin, und 1827 ankerte Kapitän Beechey mit H. M. S. Blossom in der herrlichen Bucht von Chichijima, machte eine Landesaufnahme, gab allen Inseln, Buchten usw. Namen und nahm natürlich von den Inseln im Namen des Königs Georg von England Besitz.

Seine Erzählungen von der üppigen Schönheit der Inseln mit ihren unzähligen Riesenschildkröten, Hirschen, Fischen, dem guten Hafen machten einen großen Eindruck auf einige in Honolulu lebende Südseetrader und sie beschlossen, sich auf den unbewohnten Inseln anzusiedeln. Im Juni 1830 kamen fünf Männer, nämlich der Genuese Matteo Mazarro, der Amerikaner Nathaniel Savory, der Engländer John Millinchamp, der Däne Charles Johnsen und der Amerikaner Aldin Chapin mit einer Anzahl Kanaken von Hawaii auf der Hauptinsel an und gründeten eine Kolonie. Einige von diesen verließen später wieder die Inseln, andere starben ohne Nachkommenschaft, so daß eigentlich nur die Familie Savory übrig blieb, die es zu Wohlstand brachte und bald als das Haupt der Kolonie betrachtet wurde. Im Lauf der nächsten Jahrzehnte kamen noch einige weitere Siedler hinzu, teils freiwillig, teils von den Walfängern zurückgelassen. Wenn wir von den Namen absehen, die aus irgendeinem Grund wieder verschwinden, so waren dies vor allem ein Engländer Webb, ein „Portugiese" von Breva auf den Cap Verdes, also ein Mulatte namens Joachim Gonzales, ein Engländer Robinson und ein Neger aus Bermuda namens George Washington. Auch ein Deutscher Allen aus Bremen erscheint später, hinterläßt aber keine Nachkommenschaft. Niemals war aber eine weiße Frau auf der Insel; alle Frauen der ersten Siedler waren Polynesierinnen aus Hawaii, Guam und Ponape.

Wir wollen die Einzelheiten der folgenden Geschichte hier übergehen; es findet sich da Mord und Totschlag, Raub und Frauenraub seitens landender Walfischfänger, politische Intrigen des Kommodore Perry, alles in allem ging es aber der kleinen weltentlegenen Kolonie gut[1]). Erst in den sechziger Jahren begannen sich die Japaner wieder für die Insel zu interessieren, zunächst nur platonisch. Im Jahre 1875 aber erklärten sie definitiv ohne Widerspruch Englands ihre Hoheit über die Inselgruppe, die nun Ogasawara genannt wurde, und deren Besiedelung alsbald begann. Heute leben bereits 2000 Japaner allein auf dem kleinen Chichijima und schlagen sich in ihrer bescheidenen Art mit Zuckerrohrbau, Korallenfischerei, Gemüsebau, Kultur von Tropenfrüchten durch. Die Nachkommen der alten Ansiedler blieben unbelästigt, aber ihre guten Zeiten sind vorüber. Sie leben noch für sich in ihren alten Häusern in einer etwas abseits vom japanischen Dorf an der großen Bucht gelegenen Siedelung. Sie haben ihre anglikanische Kirche, und die ältere und mittlere Generation spricht noch englisch. Auch tragen sie sich, obwohl alle Mischlinge, mit englischem Rassenstolz und machen einen sehr guten Eindruck. Aber sie können nicht mit den genügsamen Japanern konkurrieren, besonders da sie wenig Sinn für mühsame Landarbeit mit geringem Ertrag haben. Andere Arbeit gibt es auch nicht viel, und so leben sie meist vom Fischfang, der ihrem unabhängigen Abenteurerblut am besten zusagt. Aber ihre Tage sind gezählt. Die junge Generation besucht japanische Schulen, spricht nicht mehr englisch und heiratet in japanische Familien. Die alte Generation — es leben noch mehrere der Kinder der ersten Ansiedler — stirbt aus und mit ihnen die Tradition. In einer Generation spätestens wird in der japanischen Bevölkerung keine Spur mehr von den alten Siedlern übrig sein. Es sei denn, in gelegentlichen körperlichen Eigenschaften, die aber unter der ohnedies sehr vielgestaltigen japanischen Mischrasse kaum auffallen werden.

Unter diesen Umständen war es natürlich für den Vererbungsforscher von größtem Interesse, noch vor Torschluß etwas von diesem menschlichen

[1]) Näheres bei Cholmondeley, A history of the Bonin Islands London 1915. Ein Reisebuch des Verfassers erscheint soeben unter dem Titel: R. Goldschmidt. Neu-Japan. Reisebilder aus Formosa, den Rynkyninseln, Boninineln, Korea und dem südmanschurischen Pachtgebiet. J. Springer, Berlin 1927.

Kreuzungsexperiment zu sehen, das, obwohl nicht gerade einfach, doch den Vorzug hat, in den Familiendaten völlig einwandfrei zu sein. Kennt doch jeder den anderen und seine Familiengeschichte auf das genaueste, und sind doch mit Ausnahme der ursprünglichen Stammeltern noch alle Generationen am Leben. Das Idealste wäre natürlich eine genaue anthropologische Aufnahme der ganzen Kolonie, die noch etwa 60 Köpfe zählt. Dazu fehlte es aber dem Verfasser sowohl an der technischen Vorbildung als auch an der Zeit, wozu noch die Schwierigkeiten des Photographierens in der befestigten Zone kommen. So konnte nur versucht werden, genaue Stammbäume festzulegen für die gerade erreichbaren Individuen. Es waren dies in der Hauptzeit des Fischfanges nur knapp die Hälfte der Kolonie, und

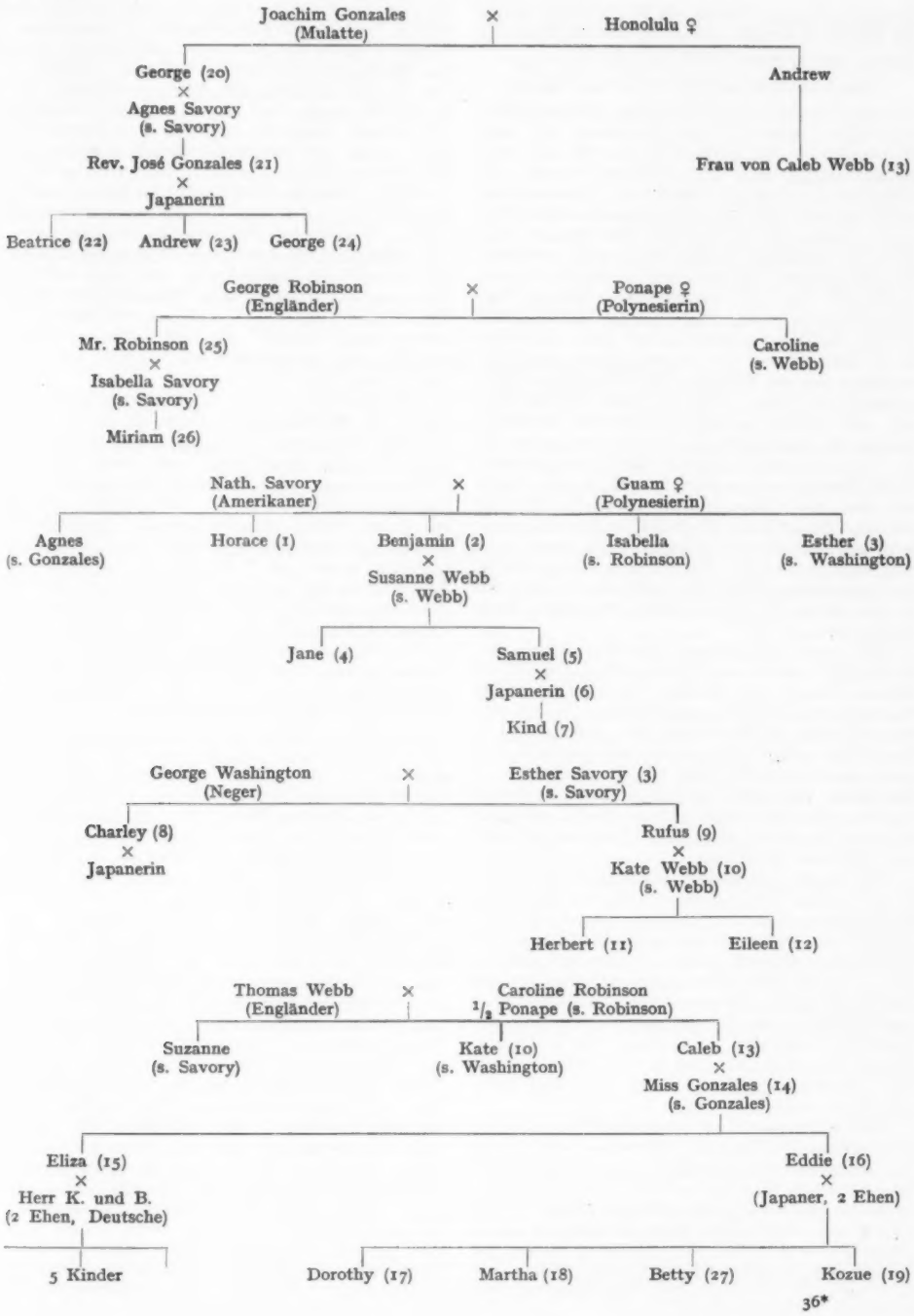
Von links nach rechts: Horace Savory (1), Knabe, im Text nicht erwähnt, Eileen Washington (12), Benjamin Savory (2), Kopf von Herbert Washington (11), Jane Savory (4).

von diesen wurden dann solche Notizen gesammelt, wie sie ohne anthropologische Untersuchung möglich sind. Aber auch diese bescheidenen Beobachtungen scheinen mir einer Mitteilung wert zu sein, da die Wahrscheinlichkeit keine große ist, daß die japanischen Anthropologen, die noch nicht einmal ihr eigenes so interessantes Volk richtig studiert haben, sich der Aufgabe einer systematischen Bearbeitung unterziehen werden.

Es sind vier verschiedentlich miteinander verwandte Familien, die den Kern der jetzigen Siedler bilden und von denen ich eine Anzahl Glieder kennenlernen konnte, nämlich die Familien Savory, Gonzales, Washington und Webb, dazu einige Robinsons. Wenn wir die ersten Siedler mit ihren polynesischen Frauen, die P-Generation nennen, so leben von den Savory, Washington, Webb und Robinson noch einige F_1-Individuen, ferner F_2 und F_3, von Gonzales aber nur F_2 und folgende. Die folgenden Stammbäume, die von mehreren Seiten übereinstimmend mitgeteilt wurden, vor allem auch dem vortrefflichen Geistlichen Rev. José Gonzales, geben die Verwandtschaftsbeziehungen. Diese Stammbäume sind *nicht* vollständig; sie enthalten von den Lebenden nur diejenigen, die ich selbst gesehen und von den Toten nur die, die zum Verständnis des Ursprungs nötig sind. Die Individuenzahlen können also zu keinerlei Schlußfolgerungen verwandt werden.

Wie diese, wie gesagt, unvollkommenen Stammbäume zeigen, liegen alle möglichen Mischungen zwischen Weißen (hauptsächlich Englisch-Amerikaner, Savory kam von Salem, Mass.), Negern, Polynesiern und Japanern vor. An diesen Mischungen nun kann man folgendes beobachten: Von den ursprünglichen F_1-Individuen der Kreuzung Weißer × Polynesierin (Guam) leben noch 3 Kinder des alten Nathaniel Savory, zwei Männer und eine Frau (Stammbaum Savory Nr. 1, 2, 3). Sie zeigen alle ganz identische Züge. Alle drei sind große, mit über 70 Jahren noch rüstige Menschen. Die Gesichtszüge sind fast europäisch mit ein wenig fremdem Einschlag in Nase und Backenknochen, die Hautfarbe ist kaum dunkler als von einem weißen Tropenbewohner zu erwarten. Die gesamte Haltung und Auftreten ist die eines amerikanischen Farmers. Wohl das merkwürdigste Merkmal sind Haare und Augen. Alle waren in jungen Jahren pechschwarz, jetzt in ihrem Alter sind alle drei nicht weiß geworden, sondern blond mit graublauen Augen. Das flachsene Haar hebt natürlich den europäischen Gesamteindruck, sticht aber merkwürdig von der Hautfarbe ab. Sicher haben alle drei in ihrer Jugend mehr als Mischlinge gewirkt als jetzt. Das Gesicht der alten Frau erscheint trotz des Flachshaares etwas mehr mulattenartig als das der Männer.

Diese drei Individuen und der später zu nennende ROBINSON sind die einzigen reinen F_1-Mischlinge, alle anderen sind Rückkreuzungen resp. weitere Generationen. Die meisten involvieren Kreuzungen von drei Rassen; eine ganz reine F_2-Generation existiert nicht, eine fast reine gibt es in der Familie Robinson. Noch eine Familie kommt einer solchen recht nahe, nämlich die Familie von Benjamin Savory. Der Vater (Nr. 2) ist richtig F_1 (Weiß × Guam), die Mutter Susanne Webb (nicht mehr am Leben) ist das Produkt einer Rückkreuzung zwischen dem Engländer Thomas Webb und der Tochter Caroline des Engländers Robinson mit einer


Joachim Gonzales (Mulatte)
×
Honolulu ♀
George (20)
×
Agnes Savory (s. Savory)
Andrew
Rev. José Gonzales (21)
×
Japanerin
Frau von Caleb Webb (13)
Beatrice (22)
Andrew (23)
George (24)
George Robinson (Engländer)
×
Ponape ♀ (Polynesierin)
Mr. Robinson (25)
×
Isabella Savory (s. Savory)
Caroline (s. Webb)
Miriam (26)
Nath. Savory (Amerikaner)
×
Guam ♀ (Polynesierin)
Agnes (s. Gonzales)
Horace (1)
Benjamin (2)
×
Susanne Webb (s. Webb)
Isabella (s. Robinson)
Esther (3) (s. Washington)
Jane (4)
Samuel (5)
×
Japanerin (6)
Kind (7)
George Washington (Neger)
×
Esther Savory (3) (s. Savory)
Charley (8)
×
Japanerin
Rufus (9)
×
Kate Webb (10) (s. Webb)
Herbert (11)
Eileen (12)
Thomas Webb (Engländer)
×
Caroline Robinson ½ Ponape (s. Robinson)
Suzanne (s. Savory)
Kate (10) (s. Washington)
Caleb (13)
×
Miss Gonzales (14) (s. Gonzales)
Eliza (15)
×
Herr K. und B. (2 Ehen, Deutsche)
Eddie (16)
×
(Japaner, 2 Ehen)
5 Kinder
Dorothy (17)
Martha (18)
Betty (27)
Kozue (19)

Frau von Ponape. Wenn wir W für Weiße und P für Polynesier setzen, so wäre die Ehe des Benjamin Savory mit Susanne Webb die folgende:

$$(P♀ \times W♂)♂ \times [(P♀ \times W♂)♀ \times W♂]♀$$

also eine Annäherung an F_2. Von den Kindern dieser Ehe waren leider nur zwei anwesend, der Sohn Samuel (Nr. 5) und die Tochter Jane (Nr. 4). Diese beiden zeigten aber zufälligerweise bereits eine vollkommene Spaltung. Die Tochter Jane ist eine reine Weiße: weiße Haut, kastanienbraunes Haar und vollkommen europäische Gesichtszüge. Auf der vom Polizeiphotographen[1]) schlecht entwickelten Photographie tritt dies nicht so deutlich hervor, abgesehen von der fremdartigen Wirkung des japanischen Kimono. Das Einzige, was vielleicht an dem Mädchen auffällt, ist eine ganz ungewöhnliche Farbennüance des braunen Haars, was aber vielleicht nur der Wirkung der Tropensonne zuzuschreiben ist. Eine andere Schwester, die ich nicht sah, soll ähnlich aussehen, aber mit dunklerer Hautfarbe. Ganz anders aber der Bruder Samuel (5). Er hat bestenfalls starken Mischlingscharakter, dunkelhäutig, und er möchte wohl in der Südsee für einen nicht allzu dunklen Polynesier gehalten werden. Dieser junge Mann ist übrigens mit einer Japanerin verheiratet und hat ein Kind, das niemand von einem japanischen Kind unterscheiden könnte. Die japanischen Züge sind auch hier, ebenso wie in den Kreuzungen mit reinen Europäern, stark dominant.

Nur noch eine weitere Kreuzung finden wir, in der bloß zwei Rassen involviert sind, nämlich die älteren Glieder der Familie Webb. Die beiden Geschwister Caleb (Nr. 13) und Kate (Nr. 10) entstammen der Rückkreuzung $(P♀ \times W♂) \times W♂$. Von diesen wirkt Caleb, wenn auch durch Trunksucht etwas entstellt, völlig wie ein Weißer. Seine Schwester Kate aber besitzt schöne europäische Gesichtszüge mit sehr gutem Profil, schwarze schlichte Haare und sehr dunkle Haut, also auch hier eine deutliche Spaltung.

Die einzige fast reine F_2-Generation findet sich in der Familie Robinson, aber leider nur durch eine Frau vertreten. Mr. Robinson (Nr. 25) ist das vierte noch lebende F_1-Individuum, und seine Eigenschaften stimmen genau mit denen der Savorys überein. Da er eine Savory zur Frau hatte, so haben wir hier eine F_2-Kreuzung, abgesehen davon, daß die Mutter von Robinson eine Ponape-Frau war und die der Isabella Savory eine Guam-Frau. Die F_2-Tochter Miriam (Nr. 26) ist sehr viel dunkler als ihre Eltern, fast schwarz, ihre Gesichtszüge aber sind mehr europäisch als poynesisch.

Sehr interessant sind nun auch die Kreuzungen, in denen zu Weißen und Polynesiern noch Neger hinzukommen und schließlich sogar Japaner. Da ist zunächst die Washington-Familie. Der Bermudaneger George Washington heiratete Esther Savory (Nr. 3), also wenn wir für Neger N setzen, die Kreuzung $(P♀ \times W♂)♀ \times N♂$. Die zwei Söhne, die ich sah, Charley (8) und Rufus (9) wirken völlig wie Neger. Besonders Rufus wirkt als ganz reiner Neger. Charley dagegen macht mehr den Eindruck des Mulatten mit hellerer Haut und gemilderter Nasen- und Lippenbildung, also eine Spaltung mit starker Dominanz der Negercharaktere (Wollhaar bei beiden). Rufus ist nun mit Kate Webb verheiratet (Nr. 10). Diese Ehe wäre also zu bezeichnen als $[(P♀ \times W♂)♀ \times W♂]♀ \times [(P♀ \times W♂) \times N♂]♂$. Zwei ihrer Kinder bekam ich zu Gesicht, Herbert (11) und Eileen (12), die nun wieder stark spalten. Herbert ist ein richtiger kleiner Negerjunge mit Kraushaar, dunkler Haut, Wulstlippen. Beim Photographieren versteckte er sich, und nur sein Krauskopf ist etwas sichtbar. Eileen zeigt in ihren Zügen eine sympathisch wirkende Mischung der drei Rassen. Straffes, glänzend schwarzes Haar, dunkle Haut, europäischen Nasenschnitt und ganz wenig geschürzte Lippen.

Noch komplizierter werden die Stammbäume und damit die Spaltungsmöglichkeiten in der Gonzales-Familie. Der alte Portugiese Gonzales war ein Mulatte. Sein Sohn George mit einer Frau aus Honolulu wirkt auf einer alten Photographie wie ein gut aussehender Mulatte von der Art, die man im fernen Osten als „Portugiesen" kennenlernt. Er soll sehr dunkelhäutig gewesen sein. Seine Frau war eine Savory, also F_1 $P \times W$. Von den Kindern kenne ich nur den Sohn, den Rev. José Gonzales (21). Zweifellos sind in ihm die drei Generationen zurückliegenden Negercharaktere deutlich sichtbar: ganz leichte Wellung des Haares, mitteldunkle Haut, starke Lippen und Backenknochen, aber europäische Nase. Er ist nun mit einer Japanerin verheiratet, und die Kreuzung ist jetzt:

$$[(P♀ \times (W \times N)♂)♂ \times (P♀ \times W♂)♀]♂ \times J♀.$$

Aus dieser Ehe sah ich drei Kinder, deren Verschiedenheit allerdings nichts zu wünschen übrig läßt. Ein Mädchen Beatrice (22) ist eine vollkommene Japanerin vom hellen und schönen japanischen Typ. Der Sohn George (24) sieht stark japanisch aus, aber mit einem Einschlag von europäischen Zügen; der Sohn Andrew (23) aber ist fast ein Negerjunge: Kraushaar, wulstige Lippen, aufgestülpte Nase, nur die Haut ist ein mittleres Mulattenbraun; eine andere Schwester, die ich nicht sah, soll ähnlich, aber etwas weniger negroid sein.

Die hier wieder zutage tretende starke Dominanz und vielleicht auch weitgehende Koppelung der Negercharaktere tritt nun auch deutlich hervor in der Webb-Familie, in die durch die Frau von Caleb Webb (13) das Negerblut der Gonzales-Familie kam. Diese Frau wirkt in der Tat wie eine amerikanische Mulattin in bezug auf Haar und Hautfarbe, hat aber sehr sympathische, mehr europäische Züge. Aus dieser Ehe (Nr. 13 × 14), die also wieder Weiße, Neger und Polynesier einschließt, stammen zwei Töchter: eine Eliza (Nr. 15) hat praktisch europäische Gesichtszüge, aber leicht braune Haut und ganz leicht gewelltes Haar. Ihre Schwester Eddie (Nr. 16) aber hat zu etwa europäischen

[1]) Befestigte Zone, Photographieren verboten.

Gesichtszügen reines Negerhaar und sehr dunkle Haut. Diese Eddie war in zwei Ehen mit Japanern verheiratet. Ihre vier Kinder sah ich. Die Tochter Dorothy (Nr. 17) hat wieder halb negroides Kraushaar, dunkle Hautfarbe, aber mehr japanische Gesichtszüge; Betty hat ziemlich japanischen Typ, etwas verdunkelte Haut und ganz leicht gewelltes Haar, aber auch deutlich etwas europäischen Einschlag; die beiden anderen Mädchen Martha und Kozue (Nr. 18 und 19) wirken zunächst japanisch, die eine mit etwas dunklerer Haut. Martha hat aber in Nase und Mund deutlich negroiden Einschlag. Eliza (15) aber war in zwei Ehen mit deutschen Männern verheiratet. Ihre Kinder erscheinen dem, der den Stammbaum nicht kennt, rein europäisch, aber das Haar der älteren Töchter ist noch verräterisch.

Wie aus vorstehenden Notizen hervorgeht, bietet der Fall der Bonin-Siedler nichts dem Vererbungsforscher Unerwartetes, sondern erwartete Dominanz- und Spaltungserscheinungen. Vielleicht darf man dem noch zufügen, daß körperlich und vor allem auch sittlich diese vielfachen Mischlinge durchaus mit Ehren bestehen. Sie haben trotz aller Mischungen die gute englische Tradition aufrecht erhalten, die sich als stärker erwies als die Blutmischung. Nach dem Erfolg zu schließen, den einige von den Inseln Fortgezogene im Leben hatten, sind sie wohl auch geistig nicht von anderen Menschengruppen verschieden.

Zum Chemismus der Melaninbildung[1]).

Von HANS SCHMALFUSS, Hamburg.

(Aus dem Chemischen Staatsinstitut der Universität.)

Für den Biochemiker ist die Chemie der Kohlenstoffverbindungen nur Mittel zum Zweck; er fragt nicht: „Wie ist dieser oder jener Stoff gebaut?" Er fragt auch nicht: „Wie kann ich einen Stoff zweckmäßig herstellen?", sondern ihn interessiert die Frage: „Was geht im Organismus vor sich?" und „Welche Beziehungen haben die Vorgänge zum Chemismus der Zellen und Zellstaaten, zum Problem des Lebens?" Die Gesamtheit der biochemischen Vorgänge, der Chemismus des Lebens, ist das Forschungsgebiet des Biochemikers.

Einen kleinen Ausschnitt hiervon bildet der Chemismus der Melaninbildung. Der Begriff „Melanin" ist ein Bequemlichkeitsbegriff, ein Sammelname für braunschwarze bis schwarze Pigmente, die vornehmlich aus phenolartigen Stoffen durch Oxydation entstehen. Weder über Einheitlichkeit noch über Konstitution sagt dieser Begriff etwas aus. Er gibt einer Summe von Unbekannten eine Bezeichnung, die für die Verständigung nötig ist. Das Melaninproblem ist gewiß nur ein sehr kleiner Ausschnitt aus dem Problem des Lebens, aber es ist fest verankert in den verschiedensten biologischen Disziplinen: auf der einen Seite grenzen die Melanine an die Humussäuren des Bodens, der Braunkohle und damit an Probleme der Landwirtschaft, der Mineralogie und Geologie, auf der anderen Seite bestehen Beziehungen zu den Anthocyanen, Flavonen, Gerbstoffen und damit Beziehungen zur Botanik. Die Zoologie und Medizin begegnen auf Schritt und Tritt den Melaninen und melaninartigen Stoffen. Haare und Haut enthalten oft Melanin. Die primitivsten Augen im Tierreich sind scharf umgrenzte Pigmentflecke. Bei krankhaften Zuständen, nach Verletzungen oder Bestrahlungen treten Melanine auf. In diesem Zusammenhang erinnere ich auch an den Mongolenfleck, einen dunkleren etwas bläulichen Fleck am Kreuzbein z. B. neugeborener Japaner und Chinesen, überhaupt an die *Verschiedenheit* der Färbungen von Haut, Haar und Augen. Gerade derartige Unterschiede sind besonders auffällig und sind, soweit es sich um erbliche Merkmale handelt, für die Unterscheidung von Rassen in hervorragendem Maße geeignet. So haben denn auch gerade die Rassenkunde und die Vererbungstheorie ein ganz besonderes Interesse am Pigmentproblem. Die Mehrzahl aller vererbungstheoretischen Untersuchungen dürfte an Organismen vorgenommen sein, die sich durch Färbungen unterscheiden. So ist es denn natürlich, daß unsere Untersuchungen gerade auf dem Gebiete der Vererbungslehre die reichsten Früchte getragen haben. Doch soll uns heute vorwiegend die chemische Seite des Melaninproblems beschäftigen. In chemischer Hinsicht greift das Melaninproblem noch in die Fermentchemie hinüber, da sich die meisten natürlichen Melanine fermentativ bilden.

Für die *fermentative* Melaninbildung sind vor allem drei geeignete Stoffe nötig:

1. Ein Chromogen, eine Farbstoffvorstufe. Das ist ein Stoff, aus dem durch chemische Umsetzung ein Melanin entstehen kann. Besonders reaktionsfähig ist das 3,4-Dioxyphenylalanin. Diese Aminosäure läßt sich aus den Hülsen der Saubohne (Vicia Faba L.) gewinnen, solange die Hülsen noch grün sind. Im Spätsommer geht die Aminosäure in Melanin über und färbt die Hülsen schwarz.
2. ist ein geeignetes Gas nötig, der Sauerstoff.
3. ein geeignetes oxydierendes Ferment[1]), wie es sich in der Hämolymphe von Insekten findet.

Zunächst galt es, die Bedingungen zu finden, unter denen sich die fermentative Pigmentbildung

[1]) Nach einem Vortrag, der am 11. Februar 1927 im Chemischen Staatsinstitut, Hamburg. Universität, gehalten wurde.

[1]) Es ist für den vorliegenden Aufsatz belanglos, ob ein einzelnes Ferment oder eine Fermentgruppe Pigmente entstehen läßt. Der Übersichtlichkeit halber lassen wir deshalb auch im folgenden den Zusatz „oder eine Fermentgruppe" fort.

einwandfrei mit Erfolg untersuchen ließ. Fermentlösungen schieden hier von vornherein aus, weil sie nur kurze Zeit haltbar sind. Änderungen im physikalischen Zustand und Bakterienwirkungen könnten Vergleiche nach langen Zeiträumen unmöglich machen. Deshalb griffen wir zu den von K. HASEBROEK angewandten Filtrierpapierstreifen, die mit Insektenhämolymphe getränkt werden. Wir wollen diese Streifen kurz Prüfstreifen nennen. Diese Prüfstreifen halten sich, wie wir fanden, trocken und kühl aufbewahrt, wenigstens 15 Monate lang. Um diese Streifen herzustellen, entnimmt man dem Rückengefäß des Insekts mit einer Capillare die Hämolymphe und streicht dann mit der herausgezogenen Capillarenspitze über einen Filtrierpapierstreifen von 30 cm Länge und 3 cm Breite hin. So tränkt man eine 3 mm breite Randzone des Streifens. Nun trocknet man so schnell wie möglich im luftverdünnten Raum über Phosphorpentoxyd, da die getränkten Stellen sonst oft spontan dunkeln. Dann werden die getränkten Filtrierpapierstücke senkrecht zur getränkten Zone in 1 mm breite Prüfstreifen zerschnitten. Eine einzige Raupe lieferte so 1000 Prüfstreifen. Da wir die Hämolymphe mit einiger Vorsicht entnahmen, entwickelte sich die Raupe zum normalen Schmetterling weiter. Durch das Trocknen der Streifen geht das Ferment in einen unlöslichen Zustand über. Bringt man einen Prüfstreifen bei Gegenwart von Sauerstoff in eine wässrige Dioxyphenylalaninlösung, so bildet sich an allen Stellen auf und in dem Streifen Melanin, an denen die Dioxyphenylalaninlösung mit dem festen Ferment in Berührung kommt. Wir lassen die Prüfstreifen mindestens einen Tag altern, weil die fermentative Kraft bis dahin noch zunimmt. Das Ferment entsteht aber nicht etwa erst auf den Streifen. Auch frische gelöste Hämolymphe läßt Melanin entstehen. Katalase wird übrigens auch durch kurzes Altern wirksamer. Überhaupt ähneln sich melaninbildendes Ferment und Katalase sehr. Sie sind gegen viele schädigende Stoffe gleich empfindlich, und wo wir viel pigmentbildendes Ferment fanden, war auch stets viel Katalase vorhanden, was auf Zusammenhänge hindeutet. Bringt man einen Prüfstreifen in 100 ccm einer Chromogenlösung, so ist die Fermentkonzentration im getränkten Streifenteil, wie sich durch Rechnung zeigen läßt, etwa 5000mal so groß, wie wenn man die gleiche Menge Ferment in 100 ccm Flüssigkeit löste. Hierdurch wird die große Empfindlichkeit der Prüfstreifen erklärt. So konnten wir mit ihrer Hilfe noch 0,04 Vol.% Sauerstoff nachweisen, da die Konzentration genügt, um die Prüfstreifenspitze in einer Dioxyphenylalaninlösung dunkeln zu lassen. Tränkt man die Streifen statt mit Fermentlösung mit Pyrogallolkali oder mit Diphenylaminschwefelsäure bei Gegenwart von Stickoxyd, so lassen sich noch viel geringere Sauerstoffmengen selbst in Gegenwart alkalischer oder saurer Gase nachweisen. Namentlich für Vorgänge, bei denen Sauerstoff auftritt oder verschwindet, sind diese Nachweise wichtig. Bringt man statt stärkerer Fermentlösungen geeignet verdünnte Fermentlösungen auf die Prüfstreifen, so werden nur noch leichter oxydable Chromogene in Melanin umgewandelt, während schwerer oxydable unverändert bleiben. Auf diese Weise kann man z. B. in $^1/_2$ ccm gesättigter *p*-Oxyphenylalaninlösung noch 0,007mg Dioxyphenylalanin erkennen.

Mit Hilfe unverdünnter Fermentlösungen, z.B. aus den Larven des Mehlkäfers (Tenebrio molitor F.) kann man noch $^4/_{10\,000\,000}$% Dioxyphenylalanin nachweisen. Wir benutzten die Melaninbildung auch dazu, Oxyphenylalanin und Dioxyphenylalanin nebeneinander in Lösungen von etwa $^1/_{20\,000}$ Molarität quantitativ zu bestimmen. Diese Bestimmungen haben deshalb so besondere Bedeutung, weil heute vielfach angenommen wird, daß das Oxyphenylalanin über das Dioxyphenylalanin hinweg Melanin bildet. Auch konnten wir auf diese Weise colorimetrisch die Kinetik der Melaninbildung studieren und ein Urteil über die Qualität der gebildeten Produkte bei verschiedenen Oxydationsarten gewinnen. Wir haben dann weiter in mehreren tausend Versuchen mit dem Ferment der Raupe des Stachelbeerspanners (Abraxas grossulariata L.) für die meisten wichtigen chemischen Gruppen und Gruppenkombinationen festgestellt, in welcher Weise sie die Melaninbildung aus Dioxyphenylalanin beeinflussen, und inwieweit die Gruppen und Gruppenkombinationen ihre Träger zur Melaninbildung befähigen. Hierbei fanden wir, daß etwa 50 Gesetzmäßigkeiten genügen, die Beziehungen der einzelnen Gruppen zur Melaninbildung darzustellen.

Diese Ergebnisse lassen sich in dreifacher Hinsicht praktisch verwerten:

1. Lassen sich eine Reihe von Konstitutionsfragen mit Stoffmengen von 1 mg auf diese Weise klären: es lassen sich so z. B. o-, m- und p-Kresol unterscheiden:

o-Kresol bildet selbst kein Melanin und hemmt die Melaninbildung aus Dioxyphenylalanin nicht.

m-Kresol bildet selbst kein Melanin und hemmt die Melaninbildung aus Dioxyphenylalanin.

p-Kresol bildet selbst Melanin und hemmt die Melaninbildung aus Dioxyphenylalanin nicht.

Dieses Untersuchungsprinzip, kombiniert mit dem Verdünnungsprinzip, gestattet z. B. die Unterscheidung von Phenylalanin, Oxy- und Dioxyphenylalanin einerseits und Phenylpropionsäure andererseits: So wird Phenylalanin nur durch das Ferment des Mehlkäfers, Oxyphenylalanin nur durch konzentriertes Raupenferment, Dioxyphenylalanin schon durch 16fach verdünntes Raupenferment in Melanin verwandelt. Wird die Aminogruppe im Phenylalanin durch Wasserstoff ersetzt, so hemmt die entstandene Phenylpropionsäure jede Melaninbildung.

2. Da sich verschiedene Tierklassen in ihrem Fermentgehalt unterscheiden, lassen sich Beiträge für Untersuchungen auf dem Gebiet der Systematik liefern. So ist es z. B. unentschieden, ob

die Flöhe zu den Coleopteren oder zu den Dipteren zu stellen sind. Da nun nah verwandte Tiergruppen im Fermentgehalt übereinstimmen, untersuchten wir die Frage. Coleopteren und Dipteren sind durch ihren verschiedenen Fermentgehalt sehr leicht zu unterscheiden. Die Flöhe verhalten sich in bezug auf den Fermentgehalt genau wie die Dipteren. Dieser Befund hilft also die Ansicht stützen, daß die Flöhe den Dipteren näher stehen als den Coleopteren. Für die Unterscheidung von Arten oder gar Rassen sind diese Fermente aber nicht geeignet. Denn Fermente verschiedener Schmetterlingsraupen verhalten sich gleich.

3. Die Gesetzmäßigkeiten erklären zwanglos Färbungen von Kindern verschiedener Eltern; ich gebe nur ein schematisches Beispiel:[1]) Ist der eine Elter schwarz, weil in ihm Dioxyphenylalanin gebildet wird, der andere dagegen weiß, so können die Kinder schwarz, grau oder weiß aussehen.

Schwarz werden die Kinder, wenn sie vom weißen Elter einen einflußlosen Stoff erbten.

Grau werden die Kinder, wenn sie vom schwarzen Elter einen Dioxyphenylalaninbildner, vom weißen Elter aber statt dessen einen Stoff erbten, der die Melaninbildung aus Dioxyphenylalanin schwach hemmt.

Weiß werden die Kinder, wenn sie vom weißen Elter einen Stoff erbten, der die Melaninbildung verhindert.

Erbten Kinder von Albinos kein Chromogen, so müssen auch die Kinder Albinos sein. Würden beide Eltern neben Chromogen einen Stoff enthalten, der die Melaninbildung verhindert, so würden, normale Mendelspaltung vorausgesetzt, unter den Kindern auch pigmentierte Individuen herausmendeln müssen.

Auch für die Entstehung anderer Eigenschaften dürfte prinzipiell Ähnliches gelten. Farbwechsel im Verlauf der individuellen Entwicklung kann z. B. so entstehen, daß die Fermentmenge anfangs zu gering ist, um das Chromogen zu verfärben, später aber groß genug wird. So enthalten die Eier des Kiefernspinners (Dendrolimus pini L.) am ersten Tage nur so wenig Ferment, daß nur Dioxyphenylalanin und Brenzcatechin dunkeln. Erst später wird auch das schwerer oxydable Oxyphenylalanin in Melanin umgewandelt. Vom zehnten Tage an ändert sich der Fermentgehalt nicht mehr. Schlüpfreife Eier von Spinnen (Tegenaria domestica L.) und geschlüpfte Spinnen enthalten gleichviel Ferment. Stabheuschrecken (Carausius morosus Br.) enthalten vom Ei bis zum Erwachsensein gleichwenig Ferment.

Damit Farbwechsel in der individuellen Entwicklung zustande kommt, braucht sich aber das wechselseitige Verhältnis der beteiligten Stoffe, z. B. eines Chromogens, wie Adrenalin, und eines hemmenden Stoffes, wie Salzsäure, nicht zu verschieben. So bildet Adrenalinchlorhydrat weder in sehr konzentrierten noch in sehr verdünnten Lösungen Melanin, wohl aber in Lösungen mittlerer Konzentration, wo einerseits die Wasserstoffionenkonzentration schon genügend gering, andererseits die Chromogenkonzentration noch groß genug ist. Leider fehlte aber der Schlußstein für die biologischen Ableitungen, denen das Dioxyphenylalanin zugrunde lag. Denn Dioxyphenylalanin war im Tierreich nicht aufgefunden. Wir vermuteten nun, daß die Verhältnisse hier ähnlich lägen, wie ich es in Gemeinschaft mit H. RUNDSHAGEN für Dioxymaleinsäure im Pflanzenreich nachwies, nämlich daß das empfindliche Dioxyphenylalanin die bisherigen Reinigungsmethoden für Chitin nicht überstanden hatte. Deshalb untersuchten wir die Flügeldecken von Maikäfern (Melolontha melolontha L. und hippocastani F.), aus denen wir durch milde Eingriffe, unter Verwendung besonders konstruierter Extraktions- und Eindampfapparate, das 3,4-Dioxyphenylalanin isolieren konnten.

Das Dioxyphenylalanin ist äußerst empfindlich gegenüber Alkali, Luftsauerstoff und gewissen Begleitstoffen, die auch das Auskrystallisieren verhindern. Doch gelang es uns, aus den Flügeldecken von etwa 10000 Maikäfern 0,2 g Dioxyphenylalanin als Carbonat zu isolieren. Die Konstitution wurde bestimmt durch mehrere Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffbestimmungen, durch Molekulargewichtsbestimmungen, Verseifung und Eisenchloridreaktion, Melaninbildung, Abbau zur Protocatechusäure und Mischschmelzpunkt mit synthetischer Protocatechusäure. Die *a*-Stellung der Aminogruppe wurde nach der Methode von E. WASER und E. BRAUCHLI und durch den Zersetzungspunkt und Mischzersetzungspunkt mit Dioxyphenylalanincarbonat festgestellt, das zu diesem Zweck neu synthetisiert wurde. Auch in einem anderen Käfer (Archon centaurus F.), der aus Afrika stammt, in Raupenhäuten und vielen Schmetterlingspuppenhülsen fanden wir schon ein o-Dioxybenzolderivat auf. Immer diente uns die Färbung mit Eisenchlorid als Leitstern. Interessant ist es, daß Käfer und Schmetterlinge zugleich auch das Ferment enthalten. Im Taschenkrebs (Cancer pagurus L.), dem das Ferment fehlt, konnten wir bisher auch keinen o-Dioxybenzolstoff auffinden.

Wir kehren nun zu den Prüfstreifen zurück. Die Prüfstreifen versinnbildlichen weiterhin, wie die Zelle es fertig bekommen kann, im gleichen Medium örtlich voneinander getrennt verschiedene Reaktionen vorsichgehen zu lassen, in denen oft relativ geringe Stoffmengen doch sehr große Wirkungen erzielen. Es könnten z. B. Prüfstreifen mit verschiedenen Fermenten in der gleichen Lösung an verschiedenen Orten jeder seiner Eigenart gemäß auf die Stoffe einwirken. Es ist, als ob verschiedene Tiere mit Fangarmen an verschiedenen Stellen der Gefäßwand nach Arten getrennt festen Fuß gefaßt hätten. Wohl können alle Tiere ihre

[1]) Genaueres s. HANS SCHMALFUSS und HANS WERNER, Chemismus der Entstehung von Eigenschaften. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **41**, 285–358. 1926.

Fangarme noch ungehindert benutzen, doch können sie nur erreichen, was jeweils in ihren Fangbereich kommt. Infolge der großen Konzentration an bestimmten Gefäßabschnitten können die Tiere einer Art gemeinsam nun auch solche Beutestücke bewältigen, die ihnen bei gleichmäßiger Verteilung im Wasser nicht unterliegen würden. Ja, es könnten sogar Vorgänge im gleichen Medium statthaben, die sich ohne die örtliche Trennung stören würden.

Das Ferment wirkt, wenn es auf dem Prüfstreifen niedergeschlagen wurde, vermöge der höheren Konzentration. Und so verstehen wir auch, daß die Chromosomen, die Träger der Erbsubstanzen in den Zellen, so gewaltige Wirkungen entfalten können, obwohl sie in ihrem Reaktionsmedium unlöslich sind, wie die Fermente auf den Prüfstreifen. Betreffs der weiteren Faktoren der Pigmentbildung kann ich mich kurz fassen. Wie vorauszusehen war, *ermöglicht* von den Gasen nur der Sauerstoff die Melaninbildung. *Ohne wesentlichen Einfluß* sind: Stickstoff, Wasserstoff, Acetylen, Kohlenoxyd, Stickoxydul und Kohlendioxyd. Hingegen wird die Melaninbildung *gehemmt*: durch Schwefeldioxyd, Schwefelwasserstoff, Blausäure, Dicyan, Chlor, Brom und Ammoniak, Gase, die entweder selbst basisch oder sauer sind, oder zu Säuren in naher Beziehung stehen. Dies leitete uns hinüber zur Untersuchung des Einflusses der Wasserstoffionenkonzentration. Wir stellten fest, daß Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure, Benzoesäure und Essigsäure bei etwa der gleichen Wasserstoffionenaktivität, nämlich einer größeren als $5 \cdot 10^{-5}$, die Melaninbildung hemmen. Die Anionen haben hier nur unbedeutenden Einfluß. Der Angriffsort für die Säuren ist das Ferment. Der Angriffsort für die schädigenden Basen aber vornehmlich das Dioxyphenylalanin. Das gelöste Alkali läßt nämlich sehr schnell Melanin entstehen, so daß die Melaninbildung, dem Zuge des stärkeren Alkalis folgend, vom Streifen fort in die Lösung hinein verlegt wird. Die Streifenspitze wird also nicht schwarz. Diese Schädigung durch Säuren und Basen legt den Gedanken nahe, das Ferment enthalte saure und basische Gruppen, die sich an die komplementären Gruppen des Dioxyphenylalanins anlagern müßten, damit sich Melanin fermentativ bildet. Stoffe mit *stärker* sauren oder basischen Gruppen würden diese Bindung lösen und die Melaninbildung *auf dem Streifen* verhindern.

Um weiteren Einblick in die Vorgänge der Melaninbildung aus Dioxyphenylalanin zu bekommen, war es wichtig festzustellen, ob *Wasser* für die Melaninbildung nötig ist. Zwar löst sich das Dioxyphenylalanin reichlich in wasserfreiem Glycerin oder Methyl-nonyl-keton, aber Melanin bildet sich nicht, trotz Sauerstoff und Ferment. Erst wenn Wasser hinzugegeben wird, bildet sich schnell Melanin. Im allgemeinen bildet sich das Melanin rasch. Selbst in Lösungen mit wenig Dioxyphenylalanin und Ferment ist in 12 Stunden die Hauptmenge des Melanins entstanden. Licht übt keinen Einfluß auf die Reaktion aus. Sehr bemerkenswert sind aber die Ergebnisse bei verschiedenen *Temperaturen*. Da das Ferment, wie wir feststellten, bei 75° zerstört wird, sollte man erwarten, daß bei 100° kein Melanin gebildet wird. Es bildet sich aber auch bei 100° reichlich Melanin. Kocht man aber einen Prüfstreifen zunächst einige Minuten in Wasser und bringt ihn dann in kalte Dioxyphenylalaninlösung, so bildet sich im Verlauf eines Tages kein Melanin. Erhitzt man nun die Dioxyphenylalaninlösung mitsamt dem Streifen auf 100°, so bildet sich schnell Melanin.[1])

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß neben dem Ferment, das durch Kochen zerstört wird, noch ein hitzebeständiger Stoff vorhanden ist, der nur in der Hitze schnell Melanin entstehen läßt. Besonders deutlich geht das auch daraus hervor, daß die Streifen bei 40° und bei 100° in kurzer Zeit schwarz werden, während sie bei 60° und 70° in derselben Zeit nur wenig dunkeln. Nun veraschten wir Raupenhämolymphe. Die Asche reagiert basisch und enthält neben Spuren von $K^{\cdot}$ und $Na^{\cdot}$ nur Magnesiumoxyd. Reines Magnesiumoxyd läßt ebenfalls in der Hitze schnell viel Melanin entstehen.

Übrigens fanden wir auch bei allen Tieren, die kein Ferment enthielten, einen solchen hitzebeständigen Stoff, der Dioxyphenylalanin in der Hitze schnell in Melanin umwandelte. Schließlich interessierte uns noch die Frage, ob das Ferment mit dem Sauerstoff oder mit dem Dioxyphenylalanin eine beständige *Vorstufe* bildet. Wir behandelten feuchte Prüfstreifen zunächst mit Sauerstoff, dann mit Stickstoff und tränkten sie danach mit Dioxyphenylalaninlösung in der Stickstoffatmosphäre. Hätte sich eine beständige Vorstufe zwischen Sauerstoff und Ferment gebildet, so hätte sich der Streifen jetzt schwärzen müssen. Das trat jedoch nicht ein. Nun wuschen wir die Dioxyphenylalaninlösung aus. Dann brachten wir Sauerstoff hinzu. Hätte sich eine beständige Vorstufe zwischen Ferment und Dioxyphenylalanin gebildet, so hätte sich der Streifen jetzt schwärzen müssen. Das war jedoch nicht der Fall. Erst als wir die Streifen bei Gegenwart von Sauerstoff in Dioxyphenylalaninlösung brachten, schwärzten sie sich. Es bildet sich also keine beständige Vorstufe.

Zum Schluß ist es mir Bedürfnis, meinen Mitarbeitern, den Herren Dr. H. WERNER, Dr. H. LINDEMANN und Dr. H. P. MÜLLER sowie Herrn cand. chem. K. SPITZER zu danken.

Der voraufgegangene Überblick kann naturgemäß nur oberflächlich sein. Aus der nachfolgenden Literaturzusammenstellung ist Näheres zu ersehen.

Literatur:

1. H. SCHMALFUSS, Über empfindliche Nachweise des Sauerstoffes. Ber. d. dtsch. chem. Ges. **56**, 1855. 1923; Die Umschau **28**, 97. 1924; Ber. d. dtsch.

[1]) Filtrierpapier bildet in siedender Dioxyphenylalaninlösung kein Melanin.

chem. Ges. **58**, 71. 1924; Journ. f. prakt. Chem. **111**, 62. 1925. (Mitbearbeitet von H. WERNER.)
2. H. SCHMALFUSS, Über Pflanzensäuren aus Glaucium und über dessen Blütenfarbstoffe. Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chem. **131**, 166. 1923 und **138**, 156. 1924 und **160**, 196. 1926. (Mitbearbeitet von H. RUNDSHAGEN, K. KEITEL und H. BARTHMEYER.)
3. H. SCHMALFUSS, Über die Bildung von Pigmenten. Fermentforschung **8**, 1. 1924 und **8**, 116. 1924 und **8**, 423. 1925. (Mitbearbeitet von H. WERNER.)
4. H. SCHMALFUSS, Über fermentative Pigmentbildung als Untersuchungshilfsmittel für die Systematik. Fermentforschung **8**, 86. 1924.
5. H. SCHMALFUSS, Eine chemische Deutung von Genen. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre **41**. 1926.
6. H. SCHMALFUSS und H. WERNER, Chemismus der Entstehung von Eigenschaften. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre **41**, 285—358. 1926.
7. H. SCHMALFUSS und H. WERNER, Über das Hautskelett von Insekten. Ber. d. dtsch. chem. Ges. **12**, 2763. 1925.
8. H. SCHMALFUSS und H. P. MÜLLER, Über Dioxyphenylalanin in den Flügeldecken von Maikäfern. Biochem. Zeitschr. 1927 (im Druck).
9. H. SCHMALFUSS und H. LINDEMANN, Quantitative Bestimmung von *l*-β-3,4-Dioxyphenyl-a-aminoproprionsäure und Tyrosin nebeneinander. Biochem. Zeitschr. 1927 (im Druck).
10. H. SCHMALFUSS, Eine Betrachtung über Zellvorgänge. Biochem. Zeitschr. **178**, 224. 1926.
11. H. SCHMALFUSS, H. WERNER und K. KALLE, Verschiedene Apparate. Journ. prakt. **108**, 355. 1924 und **109**, 154. 1924 und **109**, 345. 1924 und **110**, 37. 1924.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Zur Ganzzahligkeit bei kontinuierlichen Vorgängen.

Professor E. SCHRÖDINGER, der die Quantenphysik um eine neue und scharfsinnige Theorie bereichert hat, beruft sich zur Erklärung seines Hauptgedankens auf die Ganzzahligkeit der Knotenzahl einer schwingenden Saite (Ann. d. Phys. **79**, 361. 1926). Es wird vielleicht nicht ohne Interesse sein, hier zu erwähnen, daß schon mehrmals früher einige Naturforscher den Versuch unternommen haben, das Auftreten von ganzen Zahlen in den Naturgesetzen durch kontinuierliche Voraussetzungen zu erklären. ALOIS HÖFLER in seinen „Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik" (Leipzig 1900, S. 66f.) berührt auch die Frage, ob die DALTONschen Gesetze aus einer dynamischen, d. h. kontinuierlichen, nicht atomistischen Hypothese abgeleitet werden könnten. Eine Fußnote, mit der er seine Betrachtungen begleitet, verdient hier wörtlich angeführt zu werden, weil dort derselbe Vergleich mit der Knotenzahl vorkommt, wie bei SCHRÖDINGER: „Schon vor fünfzehn Jahren habe ich mit Freunden (und einmal auch mit einem berühmten Physiker) die Möglichkeit besprochen, der eigentlichen Stütze der chemischen Atomtheorie, DALTONS Gesetz der multiplen Proportionen, dadurch eine andere Deutung als durch das Anhäufen von 2, 3, 4, 5 gleichen Kügelchen oder dgl. zu geben, daß man an harmonische Partialschwingungen denkt, die ja auch an diese Zahlenreihe 2, 3, 4, 5 . . . gebunden sind. Schwingungen einer Saite, die sich nicht auf diese Zahlenreihe zurückführen lassen, bilden keine stabilen Bewegungszustände; so könnten auch nur Stoffpaare, die nach jenen Zahlen zusammengesetzt sind, feste Verbindungen geben, dagegen variable Mischungen in allen anderen Verhältnissen". — Man kann nicht umhin, hier an das von E. MACH geprägte Wort zu denken, daß manchmal ein *halber Gedanke* sich durch Jahrhunderte hindurch quält, bis er endlich bei günstigeren Bedingungen zu einem vollständigen Gedanken wird. Bei dem überaus raschen Fortschritt unserer Wissenschaft hat es zwar nicht Jahrhunderte, aber dennoch Jahrzehnte gedauert, bis der hier besprochene Gedanke den richtigen Boden und den rechten Mann gefunden hat.

Prag, den 22. April 1927. KAREL VOROVKA.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 5. März 1927 berichtete Dr. H. MORTENSEN, Göttingen, über **Geographische Forschungen in Chile 1925**. Bei Chile lassen sich in ostwestlicher Richtung drei typische orographische Formen unterscheiden. Im Osten bildet die einheitliche Hochkordillere, welche als südlichster Teil des, den ganzen Kontinent durchziehenden Andengebirges erst bei Kap Hoorn ihr Ende erreicht, die Grenze gegen Argentinien. Sie fällt nach Westen steil zu einer Längssenke ab, die jedoch keinen zusammenhängenden Talzug darstellt, sondern mehrfach quergeteilt ist. Als drittes Glied folgt im Westen die mäßig hohe Küstenkordillere, deren Geschlossenheit die Hafenarmut in Nord- und Mittel-Chile bedingt.

An dem Aufbau der Hochkordillere sind namentlich geschichtete Sandsteine und Kalke jurassischen Alters beteiligt, die vielfach von älteren Eruptivgesteinen (Granit, Diorit, Gabbro) und jüngeren vulkanischen (Porphyr, Andesit, Basalt) durchbrochen und überlagert werden. Die Längssenke ist fast ganz von mächtigen Geröllschichten überdeckt. In der Küstenkordillere überwiegen die älteren Massengesteine.

Die klimatischen Verhältnisse sind in einem Lande, das sich vom 18. bis zum 56. Breitengrade erstreckt, natürlich sehr verschieden. Der Norden ist regenlos, im nördlichen Mittelchile herrschen spärliche Winterregen, die südwärts immer reichlicher werden. Die Regenzeit wird im Süden länger und dehnt sich schließlich über das ganze Jahr aus.

Diesen Niederschlagsverhältnissen entspricht das Vegetationsbild: Im Süden Laub- und Nadelwälder der gemäßigten Zone von Urwaldcharakter, in Mittel-Chile Hartlaubgehölze, die ähnlich unseren Mittelmeerpflanzen der Sommerdürre angepaßt sind, im Norden die Wüste.

Der Vortragende hat namentlich Mittelchile (das Gebiet um Santiago) das anschließende Südchile bis

etwa 42°, und die nördlichen Teile besucht, bei denen der südlichere Teil als sog. „Kleiner Norden" von dem eigentlichen Norden unterschieden wird. Interessante morphologische Einzelheiten wurden in Lichtbildern vorgeführt: Steile, bis auf den Felsuntergrund tief eingeschnittene Kerbtäler mit konvexen Hängen, riesenhafte Schutthalden, große Flächen durch Trockenrisse zerspaltenen Tonbodens, starke Frostzertrümmerung des Gesteins im Hochgebirge.

Die Wüsten des Nordens unterscheiden sich in auffallender Weise von anderen Wüsten. Der Sand wird hier, selbst bei stärkerem Winde nicht aufgewirbelt und infolgedessen gibt es keine Dünen. Oft ist der Wüstenstaub mit einer verhältnismäßig festen Haut überzogen. An Inselberge erinnernde und von dem Vortragenden daher „inselhaft" genannte, isolierte Bergformen sind näher untersucht worden. Eines der wichtigsten Ergebnisse, zu denen Dr. MORTENSEN gelangte, war die Abgrenzung und Erklärung von Provinzen gleicher Formen in Anlehnung an die Verschiedenheiten des Klimas.

Eine Parallelisierung der eiszeitlichen Terrassen des Hochgebirges mit den Küstenterrassen erwies sich als sehr schwierig, doch gelang es Zusammenhänge aufzufinden. Die Senkung der Längsebene zwischen den im Tertiär gehobenen Kordilleren ist vielleicht als Bildung einer Großfaltungssynklinale zu erklären. Von Santiago aus gesehen erscheint die Hochkordillere als geschlossene Kette, deren Gipfelflur nicht erst konstruiert zu werden braucht, sondern unmittelbar zu sehen ist. Die Pässe liegen etwa 3500—3900 m hoch, bei 5000 m Gipfelhöhe. In der Eiszeit hat die Schneegrenze ungefähr 1000 m tiefer gelegen, aber die Eiswirkung scheint gering gewesen zu sein. Im „Kleinen Norden" finden sich zwar in 3500—4000 m Zeichen früherer Vereisung, aber darüber breitet sich eine flachwellige Mittelgebirgslandschaft aus, so daß hier wahrscheinlich nur eine Flankenvereisung stattgefunden hat. In Mittelchile werden die glazialen Formen schon deutlicher, und in Südchile gibt es große und breite Täler, deren U-Form neben anderem den Beweis für die frühere Ausfüllung mit Gletschern liefert. Die vulkanische Ausbruchstätigkeit ist hier im Süden während der Eiszeit recht stark gewesen und hat durch plötzliches Schmelzen großer Eismassen gewaltige Katastrophen herbeigeführt. Derartige Vorkommnisse ereignen sich auch noch in der Gegenwart. Erst 1908 wurde durch vulkanische Eruption ein Gletscher zerstört, dessen herabstürzendes Schmelzwasser sich ein neues Tal schuf. An dem 2250 m hohen Vulkan Osorno in 41° südlicher Breite liegt die Schneegrenze bei 1600 m Höhe. Ein ganz besonderes Interesse bietet der Vulkankegel des Puntiagudo am Todos dos Santos-See, dessen Gipfel in einer Felsnadel aus bröckligem Gestein endet, ähnlich derjenigen des Mont Pelée auf Martinique. Nur ist diese Felsnadel hier noch erhalten, während sie beim Mont Pelée nicht von langer Dauer war.

Chile besitzt als endemische Palmenart die Jubaea spectabilis. Das Holz der Alercen (Fitzroya patagonica), die ein Alter von über 1000 Jahren erreichen können, wird exportiert und zur Fassung von Bleistiften benutzt. Wälder von Araukarien und Eukalyptus sind vielfach charaktergebend. Der letztere Baum und die amerikanische Kiefer werden, trotzdem sie nur als Brennholz verwendbar sind, wegen ihres schnellen Wachstums häufig angepflanzt und verdrängen den einheimischen Wald. Die Holzknappheit in Mittelchile und die Waldfeindlichkeit des romanischen Bevölkerungselementes haben einen Raubbau in der Waldwirtschaft zur Folge. Der scheinbar unerschöpfliche Urwald des Südens wird vielfach in der Trockenzeit abgebrannt und nur die besten Stämme sucht man dann aus dem Waldfriedhof heraus, so daß auch im Süden dem Walde Vernichtung droht. Der vernünftige Gutsbesitzer läßt jedoch etwa $^1/_3$ des Waldes als Schutz für das Vieh stehen, welches das ganze Jahr über im Freien beibt.

Die extensive Wirtschaftsweise hängt mit dem Kapitalmangel zusammen. Als Chile von den Spaniern kolonisiert wurde, beutete man zunächst die mineralischen Bodenschätze des kleinen Nordens aus, und dort, sowie im südlich anschließenden Gebiet entwickelte sich in der Längssenke eine Bewässerungskultur. Das Erwerbsleben war auf Minenwirtschaft eingestellt, dessen Mittelpunkt Santiago bildete. Im vorigen Jahrhundert wurde im Norden die Salpeterproduktion, im Süden die von Deutschen in Angriff genommene Bodenkultur von immer größerer Bedeutung, so daß der Schwerpunkt des Wirtschaftslebens in Mittelchile verblieb. Jetzt hat der Chilesalpeter durch die deutsche Erzeugung von künstlichem Salpeter möglicherweise seine Bedeutung verloren, und eine Haupteinnahmequelle des Landes, die Salpeterausfuhrzölle, versiegt. Seit einigen Monaten sind die Salpeterwerke, allerdings nur vorübergehend, stillgelegt. Damit rückt der wirtschaftliche Schwerpunkt immer mehr nach Süden, und die Zeit ist abzusehen, in welcher Santiago seine Bedeutung zugunsten eines südlicher gelegenen Handelszentrums verlieren wird. O. B.

Besprechungen.

PAWLOW, J. P., **Die höchste Nerventätigkeit (das Verhalten) von Tieren.** Eine zwanzigjährige Prüfung der objektiven Forschung. Bedingte Reflexe. Sammlung von Artikeln, Berichten, Vorlesungen und Reden. 3. Aufl. Übersetzt von G. VOLBORTH. München: J. F. Bergmann 1926. XI, 330 S. und 3 Abb. im Text. Preis geh. RM 24.—, geb. RM 26.40.

Die Arbeiten PAWLOWS und seiner Schule über die bedingten Reflexe haben in Deutschland wie in der ganzen übrigen zivilisierten Welt so allgemeine Anerkennung gefunden, daß sicher viele Forscher bisher aufs tiefste bedauert haben, daß fast die gesamte einschlägige Literatur über diesen Gegenstand — und es handelt sich um mehrere hundert Arbeiten — nur in russischer Sprache vorliegt. Um so lebhafter ist es zu begrüßen, daß G. VOLBORTH in dem vorliegenden Werk eine deutsche Übersetzung sämtlicher Publikationen PAWLOWS über den bedingten Reflex bis zum Jahre 1925 nach der dritten russischen, von PAWLOW selbst besorgten Ausgabe dieser Sammlung erscheinen ließ; nur wenige Kürzungen und Auslassungen wurden vorgenommen. Das Buch enthält eine Einleitung PAWLOWS, sowie 36 kleinere und größere Artikel. Fast alle sind Gelegenheitsarbeiten, allein 25 Artikel sind Vorträge, die vor einem sehr verschiedenen Publikum gehalten wurden. Vier Beiträge stammen aus Festschriften; nur wenige wurden in nicht-russischen Zeitschriften publiziert.

Infolge des propagandistischen Charakters dieser Aufsätze enthalten sie viele Wiederholungen. Manche sind ihrem Inhalt nach fast identisch, und doch möchte man keinen der Artikel missen. Stets betrachtet der Forscher, auch in zeitlich naheliegenden Aufsätzen, sein Thema wieder in etwas anderer Art, so daß durch

jede Arbeit zum mindesten das Verständnis seiner Ideen vertieft und erweitert wird. Man sieht mit Staunen und Bewunderung, wie der Begriff des bedingten Reflexes, dessen exakte Fassung einer glücklich gewählten neuen Methodik zu verdanken war, immer weitere Gebiete erobert.

Da es nicht möglich ist, im einzelnen auf die verschiedenen Artikel einzugehen, so möge hier das Wesentliche des Buchinhaltes als Extrakt zusammengefaßt werden.

Die Grundlagen für das Verhalten der höheren Tiere bilden nach PAWLOW die angeborenen Reaktionen, d. h. die Reflexe und Instinkte. Sie befähigen das Tier in stets ähnlicher Weise, auf dieselben Reize zu antworten. So wird z. B. ein Hund im Normalfall auf Nahrung stets folgendermaßen reagieren: er wird an sie herantreten, wird sie beriechen, erfassen, kauen und schließlich hinunterschlucken. Daneben spielen bei diesen Vorgängen auch Drüsenfunktionen, z. B. die Speichelsekretion, eine gewisse Rolle. PAWLOW bezeichnet diese Reaktionen auch als unbedingte oder angeborene Reflexe. Sie sind an die niederen Teile des Nervensystems gebunden. Die höhere Nerventätigkeit hingegen ist in den Großhirnhemisphären lokalisiert. Sie läßt sich auf die Arbeit zweier Grundmechanismen zurückführen: 1. den Mechanismus der temporären Verbindungen, d. h. der bedingten Reflexe und 2. den Mechanismus der Analysatoren, Nervenapparaten, welche die Wirkungen der Außen- und Innenwelt des Tieres analysieren, d. h. in einzelne Elemente zerlegen. Es gibt also Außen- und Innenanalysatoren. Ein Außenanalysator ist z. B. der Augenanalysator. Er setzt sich zusammen aus den peripheren Teilen der Retina, dem Sehnerv und den Gehirnzellen, in die er mündet. Ein Innenanalysator hingegen ist der motorische Analysator, der aus gewissen zentripedalen Nerven besteht, die von Gelenkkapseln, Sehnen, Bändern usw. des Bewegungsapparates ausgehen und nach Zellen der Großhirnhemisphären hinziehen.

Wie bilden sich nun die bedingten Reflexe? Sie entstehen dadurch, daß die Wirkungen irgendeines äußeren Agens zeitlich mit der Wirkung desjenigen Erregers zusammenfällt, welcher einen angeborenen, d. h. unbedingten Reflex hervorruft. Ein Beispiel möge dies erläutern: Wie wir bereits gesehen haben, geraten beim Füttern eines Tieres eine ganze Anzahl mit dem Freßakt verbundene, angeborene Reflexe in Tätigkeit. Läßt man nun ein äußeres Agens, das absolut mit Nahrung nichts zu tun hat, z. B. einen Ton, während der Fütterung auf das Tier einwirken, so wird, wenn dies öfter geschehen ist, schließlich das fremde Agens allein die Futterreaktionen hervorrufen. Beim Erklingen des „Futtertones" werden also z. B. die Speicheldrüsen zu secernieren beginnen.

Diese Tatsache ist die experimentelle Grundlage zu allen Untersuchungen PAWLOWS geworden[1]). Man kann den Speichel durch eine Fistel nach außen leiten und an der Menge, die innerhalb einer Zeiteinheit produziert wird, die Wirkung eines bedingten Reizes (der Reiz, der zu einem bedingten Reflex gehört) studieren. Ebenso kann man an dem Verlauf des Sekretionsaktes alle möglichen Einflüsse auf den bedingten Reiz prüfen.

Aus diesen Tatsachen ergeben sich nun unendlich viele Möglichkeiten. Da man fast jeden Reiz auf die oben charakterisierte Weise zum bedingten werden lassen kann, wobei dann die Speichelsekretion zum bedingten Reflex wird, so ist es z. B. möglich, auf diese Art die Empfindlichkeit irgendeines Sinnesorgans für irgendeinen Reiz festzustellen. So konnte z. B. nachgewiesen werden, daß der Hund ein absolutes Gehör besitzt und noch $^1/_3$ Ton wahrnimmt. Aber tausend andere Fragen ergeben sich, z. B.: Wie lange bleibt ein bedingter Reiz für sich allein wirksam? Was verursacht das Unwirksamwerden? Läßt sich die Wirksamkeit bei einem unwirksam gewordenen Reiz wieder herstellen? Wie wirken verschiedene bedingte Reize auf den bedingten Reflex? u. a. m.

Bei der Bearbeitung dieser Fragen stießen PAWLOW und seine Mitarbeiter immer wieder auf 6 elementare physiologische Vorgänge: 1. die Erregung, 2. die Hemmung, 3. die Wanderung oder Verbreiterung der Erregung und Hemmung, 4. das gegenseitige Induzieren (der Hemmung durch Erregungsprozesse und der Erregung durch Hemmungsprozesse), 5. die Schließung und Unterbrechung von Bahnen zwischen verschiedenen Punkten des Systems, 6. die Analyse.

Es handelt sich also durchweg um Vorgänge, die wir schon aus der alten Nervenphysiologie kennen. Wie sie sich im einzelnen nach außen dokumentieren und woraus sie erschlossen werden bildet den Inhalt zahlreicher Aufsätze des Forschers.

Heute erscheint PAWLOW ein enormer Teil der äußerlich sichtbaren, scheinbar willkürlichen Tätigkeit des höheren Tieres „als eine Reihe unzähliger bedingter Reflexe, d. h. temporärer Verbindungen zwischen den verschiedenen Elementen der Außenwelt und der Tätigkeit der Skelettmuskulatur, die darauf gerichtet ist, Nahrung in den Organismus einzuführen, zerstörende Einflüsse von ihm fernzuhalten und dgl." PAWLOW glaubt, daß bei Einhaltung derselben Lebensbedingungen durch einige Generationen hindurch bedingte Reflexe stets in unbedingte übergehen und so zu einer dauernden Vervollkommnung des Organismus führen.

Dieser Gedanke ist nicht neu; er ist nur eine Variante des Funktionslamarckismus. Einstweilen ist es indessen noch nicht möglich, ihn mit den Tatsachen der Vererbungswissenschaft in Einklang zu bringen, ebensowenig allerdings damit, daß beide Reflexarten in sehr verschiedenen Teilen des nervösen Zentralorgans lokalisiert sind.

PAWLOW wendet nun die am Hunde gewonnenen Ergebnisse seiner objektiven, physiologischen Methode auch auf den Menschen an. Zwar gesteht er der subjektiven Methode der menschlichen Psychologie ihre Berechtigung zu, da unsere subjektive Welt die erste Realität sei, der wir begegnen, aber seine objektive Methode weiß nicht selten auch hier bisher rein psychologisch definierte Vorgänge physiologisch zu erfassen. Einer Tierpsychologie hingegen bestreitet PAWLOW auch neuerdings jede Daseinsberechtigung, solange wir keine bestimmten Kenntnisse über die Innenwelt der Tiere haben. Ihren Ergebnissen als Untersuchungen über die Einwirkungen der Außenwelt auf die Tiere und die Reaktionen, die diese bei ihnen auslösen, gesteht er jedoch einen gewissen Wert zu. In ersterer Hinsicht wird PAWLOW gar mancher moderne Forscher nicht folgen wollen. Allein schon die bekannten Arbeiten KÖHLERS über das Verhalten des Schimpansen könnten genügen, um die Berechtigung einer Tierpsychologie zu erweisen. Im übrigen wird gar zu leicht übersehen, daß auch bei der objektiven Analyse des tierischen Verhaltens bisher die physiologischen Vorgänge, trotz aller Wahrscheinlichkeit ihres Bestehens, nur auf Grund äußerer Indizien erschlossen werden können. Niemals ist es z. B. bisher gelungen, die Vorgänge der Erregung,

[1]) PAWLOW und seine Schüler benutzten bei ihren Untersuchungen sowohl die Sekretkomponente des Nahrungsreflexes als des Abwehrreflexes gegen Säure.

der Hemmung oder des Irradiierens von Nervenprozessen an der Hirnrinde zu beobachten, wissen wir doch nicht einmal genau Bescheid über das Wesen dieser Vorgänge. Wenn wir also auch der objektiven, d. h. physiologischen Methode bei den Deutungen des Verhaltens der Tiere einen höheren Grad der Wahrscheinlichkeit zuerkennen und ihr immer dort, wo sie möglich ist, den Vorrang einräumen wollen, so darf doch nicht vergessen werden, daß auch ihr ein hypothetischer Charakter anhaftet.

Daß sich in den Großhirnhemisphären der Mechanismus der bedingten Reflexe befindet, ließ sich leicht durch Exstirpationsversuche feststellen. Wurden die Großhirnhemisphären vollständig entfernt, so ließ sich kein bedingter Reflex mehr bilden. Allerdings will PAWLOW nicht jede Möglichkeit ausschließen, daß einmal unter irgendwelchen besonderen Bedingungen in anderen Teilen des Gehirns bedingte Reflexe erzeugt werden.

Was den Mechanismus der Analysatoren anbetrifft, der ja nach PAWLOW ebenfalls in den Großhirnhemisphären lokalisiert ist, so weiß man schon seit MUNK, daß nach Exstirpation der Occipitallappen beim Hund sog. Seelenblindheit eintritt. Ein so verstümmeltes Tier verliert zwar nicht die Fähigkeit zu sehen, wohl aber die Möglichkeit, das Gesehene zu begreifen. Es sieht seinen Herrn, erkennt ihn aber nicht. Dieses hier psychologisch definierte Ergebnis, das rätselhaft erscheint, wird bei Anwendung der objektiven Methode PAWLOWS sofort klar: je nach der Ausdehnung der Zerstörung des Augenanalysators werden eine bald größere, bald geringere Anzahl von Qualitäten der Dinge nicht mehr analysierbar. Bleibt nur ein geringer Teil des Analysators zurück, so kann weder auf die Form noch auf die Bewegung ein bedingter Reflex gegründet werden, wohl aber noch auf Helligkeits- und Dunkelheitsverhältnisse. Aus diesem Grund packte auch der MUNKsche Hund keine Gegenstände mehr an — er konnte sie eben nicht mehr analysieren.

Ganz analoge Resultate ergibt die teilweise oder völlige Beseitigung anderer Analysatoren. Sicher hat hier die Methode des bedingten Reflexes einen gewissen Fortschritt für das Verständnis der Vorgänge erzielt. Referent kann jedoch nicht finden, daß diese Methode nun „alles Geheimnisvolle unseres Gegenstandes ganz beseitigt hat". Das wäre erst der Fall, wenn wir das analysierende Prinzip selbst verstünden.

Sehr wichtig ist endlich das Ergebnis von Exstirpationen des vorderen Teiles der Großhirnhemisphären. Einem so operierten Hund fehlen nur spezielle Mechanismen, d. h. nur einige Analysatoren, nicht aber irgendwelche allgemeine Mechanismen, die dem Vorderhirn eine besondere, prädominierende Stellung anweisen könnten.

Resumieren wir, so stellen die Großhirnhemisphären des Hundes, bei Erforschung ihrer Tätigkeit durch die Mittel der bedingten Reflexe, kaum mehr dar als eine Gesamtheit von Analysatoren, „welche die Kompliziertheit der Außen- und Innenwelt in einzelne Elemente und Momente zerlegen und dann die auf diese Weise analysierten Erscheinungen mit dieser oder jener Tätigkeit des Organismus verbinden".

Es mögen nun noch einige Gebiete erwähnt werden, über welche die PAWLOWschen Untersuchungen Licht verbreiten: hierher gehört z. B. das vielumstrittene Phänomen des Schlafes. Wir wollen hier wieder von einem Beispiel ausgehen. Gießt man einem Hund eine Salzsäurelösung in das Maul, so erfolgt als Abwehrreaktion Speichelsekretion. Wiederholt man dieses Experiment mehrfach und läßt man gleichzeitig während des Eingießens einen Ton erklingen, so wird, wie wir bereits erfahren haben, dieser Ton zum bedingten Reiz, der nun allein für sich, d. h. ohne gleichzeitiges Eingießen von Salzsäurelösung den bedingten Reflex der Speichelsekretion hervorruft. Es ist jedoch nötig, um den bedingten Reiz wirksam zu erhalten, ihn noch einige Zeit von dem unbedingten Reiz begleiten zu lassen. In gewissen Fällen beobachtete nun PAWLOW häufig die Tatsache, daß, wenn der bedingte Reiz allein wirkte, sich nach einigen Versuchen Schläfrigkeit und später Schlaf bei dem Versuchstier einstellt und dies auch dann, wenn in der Versuchsanordnung schon nach 15—30 Sekunden des Alleinwirkens der unbedingte Reiz (das Säureeingießen) hinzugefügt wurde. Auch bei unempfänglicheren Tieren ergab sich allmählich Schläfrigkeit und Schlaf, wenn man den bedingten Reflex während einiger Tage „erlöschen" ließ. Es handelt sich in allen diesen Fällen, wie die Untersuchung ergab, um eine innere Hemmung, die jedesmal dann eintritt, wenn der bedingte Reiz nicht vom unbedingten begleitet wird. Und weiterhin ließ sich in gewissen Fällen nachweisen, daß nicht nur Hemmung in Schlaf übergehen kann, sondern auch Schlaf in Hemmung; ebenso, daß der Schlaf und die innere Hemmung zu gleicher Zeit verschwinden, sowie, daß durch Summation zweier Hemmungen Schläfrigkeit entstehen kann. Aus allen diesen Tatsachen und manchen anderen, zieht PAWLOW den Schluß, daß die innere Hemmung und der Schlaf im wesentlichen identisch sind; nur ist die Hemmung ein partieller, lokal beschränkter Schlaf, während die Schlafhemmung sich auf größere Abschnitte des Großhirns, die ganzen Hemisphären, ja sogar auf das Mittelhirn ausdehnt. Wird die Hemmung verbreitet, so tritt Schlaf ein, wird sie begrenzt, so schwindet er.

Endlich ergibt sich für PAWLOW aus seinen Forschungen auch eine Erklärung für die Erscheinungen der menschlichen Hypnose: sie ist ein Partialschlaf, dessen Besonderheiten verständlich werden, wenn man die große Kompliziertheit der Großhirnhemisphären, an welchen er sich manifestiert, im Auge behält. Den kataleptischen Zustand in der Hypnose erklärt PAWLOW als isolierte Hemmung der motorischen Rindenregion, während die Gleichgewichtszentren davon verschont bleiben. In ähnlicher Weise ergibt sich die Suggestion in der Hypnose als Hemmungsphase, in der die schwachen, bedingten Reize der Worte eine stärkere Wirkung erlangen, als die realen äußeren Reize.

Im Prinzip gilt dieselbe Erklärung auch für die tierische Hypnose. Vom biologischen Standpunkt betrachtet hält sie PAWLOW für einen Selbsterhaltungsreflex hemmenden Charakters. Auch hier ist nach PAWLOW diese Hemmung nichts weiter, als ein lokalisierter stellenweiser Schlaf, besonders der motorischen Rindenregion der Großhirnhemisphären. Sie kann sich jedoch auch noch auf andere Regionen der letzteren, ja sogar auf das Mittelhirn erstrecken.

In der Auffassung des Phänomens als Partialschlaf dürfte PAWLOW wohl recht behalten, indessen kompliziert sich das Problem dadurch, daß die t. Hypnose sich nicht nur auf die Wirbeltiere beschränkt, sondern sich tief hinab bis zu den niedersten Wirbellosen erstreckt und hier zum Teil sehr wechselnde Formen annimmt[1]).

[1]) Die biologische Bedeutung der t. Hypnose als „Selbsterhaltungsreflex" kommt für Wirbeltiere kaum in Frage, da in dieser Tiergruppe das Phänomen nur ganz ausnahmsweise und ganz zufällig in der freien Natur beobachtet wird und dann kaum je einen Nutzwert für das betreffende Tier besitzt. Nur bei einigen

Mit diesen Proben aus dem reichen Inhalt des PAWLOWschen Werkes wollen wir die Übersicht beschließen. Bei aller Hochachtung vor der genialen Methodik PAWLOWS, dürften wir indessen nicht vergessen, daß die Deutungen ihrer Resultate doch auch Hypothesen sind. Vielfach wurden sie angeregt und befruchtet durch die früheren Erfahrungen am Nervmuskelpräparat. Das, was jedoch die Ergebnisse aus der PAWLOWschen Methode so hoch bewerten läßt, ist die Tatsache, daß sie am lebenden Tier und zum großen Teil sogar am unverletzten Organismus gewonnen wurden.

PAWLOW spricht in zweien seiner Abhandlungen die Absicht aus, die Ergebnisse seiner Forschungen über den bedingten Reflex in einem zusammenfassenden Werk zu veröffentlichen. Die Wissenschaft wird mit Spannung seiner Publikation entgegensehen; möge sie doch recht bald erscheinen.

Zum Schluß seien noch einige Bemerkungen über die Übersetzung gestattet; Sie ist im großen und ganzen recht brauchbar, jedoch nicht in allen Teilen des Werkes gleich gut. Mehrfach hat man den Eindruck, als wenn der Übersetzer nicht ganz sicher in der deutschen Sprache sei, so, wenn er von Fetzen des Analysators, die *nachgeblieben* sind, spricht, oder von einem Reflex auf Geräusche *apart* von dem auf Töne. Manche Stellen, wie z. B. auf Seite 173, die Erörterung über die motorischen Zentren des Großhirns (10. bis 13. Zeile von unten) sind geradezu unverständlich. Man darf wohl hoffen, daß in einer nächsten Auflage diese sprachlichen Mängel beseitigt werden. R. W. HOFFMANN, Göttingen.

PETTERSSON, HANS, und GERHARD KIRSCH, **Atomzertrümmerung.** Verwandlung der Elemente durch Bestrahlung mit α-Teilchen. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1926. VIII, 247 S., 61 Abbild. und 1 Tafel. Preis geh. RM 13.—, geb. RM 15.—.

Das theoretisch so überaus wichtige Gebiet der künstlichen Elementverwandlung hat in dem vorliegenden Werk die erste monographische Bearbeitung erfahren, eine Tatsache, die wir mit um so größerer Freude begrüßen, als die Autoren zwei Forscher sind, die zu den ganz wenigen gehören, welche seit Jahren auf diesem neuen Gebiet selber experimentell tätig sind. Das verleiht dem Werk nicht nur den Vorteil genauester Sachkenntnis, sondern auch den einer außerordentlichen Frische und Anschaulichkeit der Darstellung; der Leser erlebt gleichsam selber die Schwierigkeiten und Freuden der Pionierarbeit auf diesem eben erst erschlossenen Gebiete.

Den größten Teil des Werkes nimmt die Beschreibung der Versuchsanordnungen ein. Die Autoren nehmen mit Recht an, daß es vielen willkommen sein muß, die bisher in Zeitschriften verstreute Fachliteratur hier übersichtlich geordnet zu finden; die experimentellen Angaben sind so ausführlich gehalten, daß sich sogar für den Fachmann ein Eingehen auf die Originalliteratur oft erübrigen dürfte. Gerade auf diesem Gebiete ist aber für jeden, der sich ein Urteil bilden will, genaue Kenntnis der Methoden und der Zuverlässigkeit ihrer Resultate von besonderer Wichtigkeit; werden hier doch bekanntlich aus wenigen nur mit ausgeruhtem Auge eben wahrnehmbaren Lichtblitzen die weitesttragenden Schlüsse gezogen. Nicht der Glanz der Phänomene, sondern die Interpretation, die man ihnen unter den sorgfältigst kontrollierten Bedingungen des Versuches geben muß, ist das Faszinierende dieser Forschungen. Stets von neuem muß man die Kühnheit und Sicherheit der Schlüsse RUTHERFORDS bewundern, der auf einem so unscheinbaren Phänomen als Basis die Lehre von der künstlichen Elementverwandlung aufgebaut hat. Im Hinblick auf die Wichtigkeit der gezogenen Schlüsse war es stets ein Wunsch der Radiologen, daß die schwierigen Arbeiten auch in anderen Laboratorien wiederholt werden möchten. Dies haben seit dem Jahre 1922 die Herren PETTERSSON und KIRSCH im Wiener Institut für Radiumforschung in durchaus selbständiger Weise getan und neben einer glänzenden Bestätigung der Grundannahme RUTHERFORDS eine Fülle eigener Resultate gewonnen. Die Abfassung ihres Buches erfolgte, wie sie selber betonen, zum Teil in der Hoffnung „auch andere Physiker zur Arbeit auf diesem Forschungsgebiet anzuregen".

In manchen Punkten besteht noch eine Verschiedenheit der Auffassungen zwischen den englischen und österreichischen Forschern, während die ersteren manche Elemente als noch unzerlegt betrachten, sind die letzteren überzeugt, diese bereits zertrümmert zu haben. Wir wollen auf diese strittigen Punkte, welche für einen weiteren Leserkreis hinter der Bedeutung des Fundamentalen zurücktreten, nicht eingehen; besonders betont sei aber, daß sich die Autoren selber in vorliegendem Buche bemühen, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Untersuchungsmethoden und die Sicherheit der von ihnen und anderen gewonnenen Ergebnisse in durchaus objektiver Weise zu kritisieren. Von besonderem Wert sind in diesem Zusammenhang auch die historischen Abschnitte des Werkes, die aus persönlichster Kenntnis geschrieben und darum stets reizvoll sind, auch wenn man den Standpunkt vielleicht nicht immer zu teilen vermag. Mancher, der bisher die Arbeiten RAMSAY-über künstliche Elementverwandlung wegen der uns erlaubt sorglosen experimentellen Behandlung sehr gering bewertet hat, wird hier mit Interesse lesen, mit wieviel Anerkennung und Respekt ein ehemaliger RAMSAY-Schüler über diese mißlungenen Vorläufer der RUTHERFORDschen Versuche urteilt.

Den beiden Autoren, die trotz ihrer anstrengenden experimentellen Tätigkeit die Zeit und Arbeitskraft gefunden haben, uns dieses fesselnde Bild des heutigen Standes der Arbeiten über künstliche Elementverwandlung zu entwerfen, wollen wir wünschen, daß sie bald zu einer zweiten durch neuere Resultate erweiterten Auflage schreiten können. Die von ihnen und ihren Mitarbeitern rastlos fortgesetzten Untersuchungen tragen selbst am meisten zum Veralten dieser ersten Auflage bei. F. PANETH, Berlin.

GROTH, P., **Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften.** Berlin: Julius Springer 1926. IV, 262 S. und 5 Textfig. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 8.—, geb. RM 15.—.

Die Geschichte der Mineralogie war bisher nur unzureichend behandelt. GROTHS Vorgänger auf dem Münchener Lehrstuhl, der bekannte Dichter FRANZ V. KOBELL, hat im Jahre 1864 bei COTTA in München eine „Geschichte der Mineralogie von 1650—1860" veröffentlicht; von den etwa 700 Seiten dieses Buches entfällt freilich die Hälfte auf die Systematik und auf

---

Fischarten tritt es leichter und häufiger auf und mag dann vielleicht als Schutzreflex (und zwar als Totstellreflex) gedeutet werden. Gewisse reflektorische Starrezustände mancher Wirbeltiere, die in Verbindung mit dem Geschlechtsakt auftreten können (Batrachia), gehören ebenfalls zur t. Hypnose, haben jedoch andere Bedeutung. Im allgemeinen findet sich der „Selbsterhaltungsreflex" in der Form, wie ihn PAWLOW schildert, als das „Sichtotstellen" nur bei den Arthropoden, besonders Käfern, aber auch hier ist selbst für die typischen Fälle die Richtigkeit der Deutung noch durchaus nicht einwandfrei festgestellt.

die Beschreibung der einzelnen Mineralarten; das fleißige Werk enthält obendrein so viele, zum Teil an sich belanglose, zum Teil nur angedeutete Einzelheiten, daß die großen Züge der Entwicklung und ihre geistigen Zusammenhänge kaum hervortreten. Lediglich ein mineralogisches Teilgebiet behandelt die überdies schon vor hundert Jahren von C. M. Marx geschriebene „Geschichte der Krystallkunde" (Karlsruhe und Baden 1825, Verlag D. R. Marx, 313 S. und 10 Tafeln). In K. A. v. Zittels „Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts" (Leipzig 1899, bei Oldenbourg) hat einem anderen mineralogischen Teilgebiet, nämlich der für den Geologen wichtigen Petrographie, 48 Seiten gewidmet. Im Jahre 1922 hat Karl Mieleitner, ein Schüler von Groth, die „Geschichte der Mineralogie im Altertum und im Mittelalter" einer Abhandlung von 53 Seiten gewürdigt („Fortschr. d. Mineralogie usw.", 7. Band, bei Gustav Fischer in Jena). Endlich sei noch E. H. M. Beekmans holländisch geschriebene „Geschichte der systematischen Mineralogie" erwähnt, die aber eine „Proefschrift" darstellt und weder Ort noch Jahr des Erscheinens verrät; sie umfaßt 212 Seiten und berücksichtigt den Zeitraum von Plinius bis ins 20. Jahrhundert hinein. Das vorliegende Werk des 83jährigen Altmeisters der Krystallographie, der erst vor 3 Jahren den mineralogischen Lehrstuhl der Münchener Universität aufgab, behandelt die Zeitspanne *vom Beginn der Neuzeit bis zum Schluß des 19. Jahrhunderts*; 140 Seiten sind der *Krystallkunde* gewidmet, 89 Seiten der *Mineralkunde*. Besonders liebevoll und eingehend findet man die durch die Namen Romé de l'Isle, Hauy und Weiss gekennzeichnete Periode behandelt, wobei sich als wichtiges Resultat ergibt, daß der Deutsche Weiss gegenüber dem Franzosen Hauy einen viel größeren Anteil an der Erschließung des krystallmorphologischen Grundgesetzes hatte, als man bisher annahm. Auch F. E. Neumann, D. Brewster, A. Fresnel und Eilh. Mitscherlich sind in ihren krystallographischen Leistungen gebührend gewürdigt. Daß Neumann schon vor hundert Jahren die Projektionsmethoden erfunden hat, ist allerdings eine längst bekannte Tatsache und nicht etwa, wie der fette Druck der betr. Bemerkung (S. 80) anzudeuten scheint, ein neues Ergebnis historischer Forschung. Interessant ist das auf S. 101 gegebene Zitat aus einer Neumannschen Arbeit (die dort fehlende Jahreszahl ist übrigens 1833. Ref.), worin der Zusammenhang zwischen morphologischer und physikalischer Symmetrie, allerdings nur für rhombische Krystalle, wohl zum ersten Male klar ausgesprochen wurde, nachdem einige Jahre vorher Sir David Brewster ähnliche Zusammenhänge empirisch erschlossen hatte. Das erwähnte Zitat bedeutet einen Ansatz zur Aufdeckung des *physikalischen Symmetriegesetzes* der Krystalle, das von Neumanns Schüler W. Voigt geradezu als „Neumannsches Prinzip" bezeichnet wurde (Ref.). Völlig klar ist dieses Prinzip freilich nach Ansicht des Ref. erst i. J. 1867 durch Axel Gadolin ausgesprochen worden; Gadolin sagt nämlich in der Einleitung zu seiner klassischen Abhandlung „über die Herleitung aller krystallographischen Systeme mit ihren Unterabteilungen aus einem einzigen Prinzip" wörtlich: „Zwei Richtungen, die in bezug auf die äußere Form des Krystalles gleich gelegen sind, zeigen auch identisches physikalisches Verhalten." Diese Abhandlung ist 1896 von P. Groth in Ostwalds Klassikerbibliothek deutsch herausgegeben worden.

In dem mineralkundlichen Teil des Grothschen Werkes, in dem die Petrographie übrigens kaum berücksichtigt wird, ist von besonderem Belang das Kapitel über die Entwicklung der mineralogischen *Sammlungen* und *Institute*. Auch die biographischen Notizen über Stensen, Cappeller, Delisle, Berthelsen, Huyghens, Bergman, Gahn, Hauy, Weiss, Neumann, Miller, Brewster, Nörrenberg, Hessel, Bravais, Frankenheim, Mitscherlich, Scacchi, Sella, Pasteur, Agricola, Werner, Mohs, Haidinger, Breithaupt, Rose, Levy, vom Rath, Websky, Genth, Brush, Penfield, Fischer, Daubree, Klaproth und v. Fuchs wird man dankbar begrüßen.

Die zeitliche Abgrenzung des Stoffes mit dem Jahre 1900 hat selbstverständlich etwas Willkürliches, so daß man z. B. die planmäßige Synthese von Paragenesen durch van t'Hoff und das *Geophysical Laboratory* und vieles andere schmerzlich vermißt. Anderseits ist aber zuzugeben, daß die Resultate der letzten 2—3 Jahrzehnte für eine objektive historische Würdigung unserem Altmeister vielleicht mit Recht als etwas zu jung erschienen.

Das lehrreiche Buch wird gewiß viele Interessenten finden. Der bewundernswerten Unternehmungslust des greisen Verfassers aber wünschen wir die Genugtuung, auch noch das angekündigte Werk „Lebenserinnerungen eines Naturforschers" zu vollenden.

A. Johnsen, Berlin.

PRALLE, E., **Die Kaolinlager in Schlesien.** Abhandlungen zur praktischen Geologie und Bergwirtschaftslehre, Band 7. Halle a. S.: W. Knapp 1926. 50 S. und 2 S. Analysen. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 3.60.

Nachdem kürzlich v. Freyberg für die mitteldeutschen Kaolinite gezeigt hat, daß sie exogenen Ursprungs sind, also eine oberflächliche Verwitterungsbildung ohne Zusammenhang mit aufsteigenden Säuerlingen oder mit Braunkohlenmooren, weist nun der Verfasser durch geologische Detailbeobachtung an den *schlesischen* Kaolinlagerstätten (im Granitmassiv von Striegau-Zobten, im Eulen- und Isergebirgsgneis und im Strehlener Granit) nach, daß: *Erstens:* Die Kaolinlagerstätten eine weite flächenhafte Verbreitung wohl in Abhängigkeit vom tertiären Relief aufweisen, nicht aber von tektonischen Linien. Sie liegen zumeist am Rande flacher tertiärer Senken oder Granitkuppen und ziehen sich verschiedentlich an mehreren Seiten um diese herum. *Zweitens:* Die Kaoline sind vorwiegend krystalline Flitter und gehen nach der Tiefe in unzersetztes Gestein über. Der unzersetzte Untergrund kann an zahlreichen Stellen unmittelbar beobachtet werden. Die Mächtigkeit der Lager überschreitet kaum je 25 m. Die Kaolinisierung wird durch dichtgescharte Klüfte in Richtung bester Spaltbarkeit des Gesteins, seltener durch dichtgescharte steile Klüfte anderer Richtungen begünstigt, und sie macht an flachen Fugen, Lagerklüften und Streckflächen halt. *Drittens:* Die meisten Kaolinlager werden von miocänen Aufbereitungsprodukten von Kaolinen bedeckt, in keinem Falle aber unmittelbar von Braunkohle überlagert. Das Alter der Kaoline ist daher als Vormiocän und mindestens Alttertiär anzusehen. Es scheint sogar nicht ohne Bedeutung, daß die schlesischen Kaoline ausschließlich in dem nicht vom Oberkreidemeer überfluteten Gebiet liegen. Profilzeichnungen, Lichtbilder und Analysen ergänzen den Text beweisend.

Abschließend behandelt den gesamten Fragenkomplex der mitteleuropäischen Kaolinite das soeben erschienene Buch von H. Harrassowitz, „Laterit, Material und Versuch erdgeschichtlicher Auswertung", Band 4, Heft 14 der Fortschritte der Geologie und Paläontologie, bei Bornträger, Berlin 1926, auf das verwiesen sei.

J. L. Wilser, Freiburg i. Br.

Astronomische Mitteilungen.

Hydrodynamik der Sonne. Im Astrophysical Journal Bd. 64, S. 93—121, unternimmt BJERKNES einen Versuch, eine einheitliche Deutung der auf der Sonne beobachteten Vorgänge zu geben, wobei besonders die neueren Forschungsergebnisse von Hale und seinen Mitarbeitern über das Verhalten der Sonnenflecke, ihre magnetische Struktur und ihre Periodizität berücksichtigt werden.

BJERKNES geht dabei von der Annahme aus, daß die Sonne eine Gaskugel von geschichtetem Aufbau ist und sich im stabilen inneren Gleichgewicht befindet. Nur in den äußeren Schichten findet infolge der Ausstrahlung in den Weltraum eine Störung des Gleichgewichtes statt, und die Energieverluste müssen durch Energietransport aus dem Inneren, durch Strahlung, Konvektion und Leitung ersetzt werden. Im Innern wird die Strahlung vorherrschen, während dieselbe in den äußeren Schichten wegen ihrer tieferen Temperatur zurücktritt und die Konvektion eine ausschlaggebende Rolle spielt. Die von uns beobachteten Erscheinungen, die sich in den äußeren Teilen des Sonnenkörpers abspielen, sind zum größten Teil auf derartige Konvektionsströme zurückzuführen. Zwei Arten der Strömung sind zu unterscheiden: erstens die allgemeine Zirkulation, und zweitens intensive Strömungen mehr lokaler Art in den tropischen und subtropischen Gebieten.

Die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und Photosphäre verdankt ihre Existenz der Rotation, ohne dieselbe würde eine geordnete und regelmäßige Strömung nicht möglich sein. Die treibende Kraft derselben ist die Abkühlung der äußeren Teile einer Gasschicht und die Erwärmung der inneren Teile durch Kontakt mit den darunterliegenden Schichten. Innerhalb der Schicht tritt daher eine Strömung ein, wodurch aber infolge Reibung gleichzeitig die höheren und tieferen Schichten in Bewegung gesetzt werden. Die in der Nähe der Rotationsachse und in der Umgebung des Äquators liegenden Massen, welche an der Zirkulation nicht teilnehmen, werden annähernd wie ein starrer Körper rotieren (in der Fig. 1 schraffiert gezeichnet). Für die übrigen zirkulierenden Gasmassen dagegen gelten dieselben Gesetze wie für die Luftströmungen in unserer Erdatmosphäre. Äquatorwärts fließende Massen werden gegenüber dem Kern verzögert, polwärts sich bewegende dagegen beschleunigt. Hierbei wird die Nord-Süd-Bewegung zum größten Teile in eine Ost-West-Drift verwandelt und nur eine kleine Nord-Süd-Drift übrigbleiben.

BJERKNES nimmt für die äußeren Teile der oberen Photosphärenschicht (siehe Fig. 1) eine Bewegung vom Pol zum Äquator an, in mittleren und höheren heliographischen Breiten werden die Gasmassen dieser Schicht daher eine Verzögerung gegenüber den äquatorialen Massen aufweisen. Nach den Beobachtungen beträgt dieselbe in mittleren Breiten $^1/_{20}$ der Rotationsperiode, in 20 Sonnentagen oder einem Erdjahre durchläuft die Ost-West-Drift einen vollen Parallelkreis. Die sehr viel kleinere Nord-Süd-Drift wird dementsprechend für die Bewegung vom Pol zum Äquator mehrere Jahre erfordern. Vom Gesichtspunkte der allgemeinen Zirkulation der Sonne aus, hat man die beobachtete Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit der Photosphäre mit der heliographischen Breite nicht, wie es bisher üblich war, als eine Beschleunigung der äquatorialen Massen zu deuten, sondern als eine Verzögerung in den höheren Breiten. BJERKNES weist darauf hin, daß auch die bei dem Planeten Jupiter beobachtete Beschleunigung der äquatorialen Oberflächengebilde durch eine allgemeine Zirkulation in den äußeren Teilen des Planetenkörpers, ähnlich wie bei der Sonne, erklärt werden kann.

Infolge der Reibung wird durch die sich äquatorwärts bewegende äußerste Photosphärenschicht auch die unterste Schicht der Atmosphäre in Bewegung gesetzt, und zwar ebenfalls äquatorwärts. Die allgemeine Zirkulation der Sonnenatmosphäre wird daher dieselbe wie bei unserer Erdatmosphäre sein, in den höheren Schichten eine Strömung vom Äquator zum Pol. Diese Schichten werden daher gegenüber den tieferen beschleunigt werden, man findet also in allen Breiten eine Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit mit der Höhe in der Atmosphäre. Da sich die Gasmassen der höchsten Atmosphärenschichten während der Bewegung vom Pol zum Äquator abkühlen, muß am Pol eine höhere Temperatur als am Äquator herrschen, freilich ergibt die Überschlagsrechnung von BJERKNES nur Werte von 12° bis 120° für die Differenz.

In der Gegend des Äquators, wo die von den Polen kommenden abgekühlten Gasmassen der äußeren

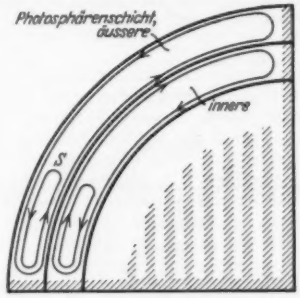


Fig. 1.

Photosphärenschicht mit den heißen, aus dem Inneren emporsteigenden Massen der tieferen Schicht der Photosphäre zusammentreffen, werden Verhältnisse bestehen, die eine besondere Zirkulation in den subtropischen Breiten begünstigen. In Fig. 1 stellt S die Stromkurve dieser subtropischen Strömung dar. Ferner werden Wirbelströmungen auftreten können, wie wir sie auf unserer Erde in den Zyklonen und Taifunen beobachten. Da die irdischen Wirbelstürme in ihren Dimensionen bei maßstäblicher Übertragung auf die Sonne Objekte von der Größe eines mittleren Sonnenfleckes ergeben, und die Gasmassen über den Sonnenflecken auf den Spektralheliogrammen spiralige Struktur aufweisen, so kann man die Sonnenflecke als große Wirbelstürme in den äußeren Teilen des Sonnenkörpers ansehen. BJERKNES macht noch die Annahme, daß das magnetische Feld der Sonnenflecke mit der Wirbelbewegung in einem derartigen Zusammenhang steht, daß bei einer Umkehr der Rotation des Wirbels die magnetische Polarität sich ebenfalls umkehrt.

Diese Wirbel führen in ihrem Inneren kältere, adiabatisch abgekühlte Gasmassen mit sich und weisen daher tiefere Temperaturen *als* die Photosphäre auf. Die Rechnung ergibt, daß eine Einsenkung in die Photosphäre, die ein Zehntel der Dicke der Schicht, die an der Wirbelbewegung beteiligt ist, beträgt, eine Temperaturerniedrigung von 1000° geben kann. Die

zur Erzeugung einer derartigen Einsenkung erforderlichen Geschwindigkeiten in den Wirbeln liegen für Abstände von 10 bis 100 000 km von der Wirbelachse zwischen 0,2 bis 17,5 km; stehen also, da sie weit unterhalb der zeitweilig in den Wasserstoffwolken beobachteten Geschwindigkeiten (170 km) liegen, mit den Beobachtungen nicht im Widerspruch. Aber die Theorie der Wirbelstruktur der Flecke gibt noch keine Erklärung für das Auftreten der Flecke in Gruppen mit entgegengesetzter Polarität der Glieder und läßt dasselbe nur als zufällig erscheinen. HALE hatte bereits in den äußeren Schichten des Sonnenkörpers die Existenz von Wirbelringen angenommen, deren Schnitte mit der Photosphäre die Sonnenflecke sind. Hierdurch wird zwar die Gruppenbildung der Flecke und die entgegengesetzte Polarität der beiden Glieder einer Gruppe erklärt, aber die Frage, weshalb die Flecke nur in einer schmalen Zone vorkommen und in derselben Periode die Folge der Polarität in den einzelnen Fleckengruppen immer dieselbe ist, bleibt ungelöst. BJERKNES nimmt daher an, daß eine ringförmige Wirbelzone den ganzen Sonnenkörper wie ein Band umschlingt und jedesmal, wenn sie von der Photosphäre in die Atmosphäre und umgekehrt übergeht, einen Sonnenfleck als Schnitt mit der Photosphärenoberfläche bildet. In der Fig. 2 sind schema-

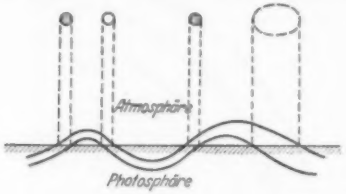


Fig. 2.

tisch die Zone und ihre Schnitte mit der Oberfläche im Querschnitt dargestellt. Wenn einer der beiden aufeinanderfolgenden Schnitte der Wirbelzone mit der Photosphärenoberfläche sehr diffus ist, wird man diesen nicht beobachten und hat in diesem Falle nur einen einzelnen Sonnenfleck. (Rechte Gruppe in Fig. 2.)

Die Wirbelzone wird infolge der Rotation parallel zur Rotationsebene orientiert sein und annähernd die Lage eines Breitenparallels aufweisen. Hat sie eine gewisse Beständigkeit, so wird sie infolge der allgemeinen Drift vom Pol zum Äquator, die in den äußeren Photosphärenschichten herrscht, langsam in immer kleinere heliographische Breiten wandern. Die Flecke werden also während desselben Zyklus in immer kleineren Breiten entstehen. Diese Hypothese erklärt ungezwungen das Auftreten der Flecke in einer schmalen Zone, die parallele Lage der Verbindungslinie der Flecke zum Äquator und die gleiche Folge der Polarität der Flecke in den Gruppen.

Um die Umkehr der Folge der magnetischen Polarität der Flecke im neuen Zyklus und das Erscheinen der Flecke dieses Zyklus in höheren Breiten zu erklären, nimmt BJERKNES an, daß zwei Wirbelzonen A und B (Fig. 3) in der subtropischen Strömung S der Photosphäre existieren. Wenn B in den niedrigen Breiten am Äquator mit der Strömung S in die tieferen Schichten untertaucht und verschwindet, tritt in hohen Breiten die Wirbelzone A auf, die jetzt wegen des umgekehrten Rotationssinnes entgegengesetzte Polaritätsfolge der Flecke aufweist. Infolge des thermischen Ursprungs der Wirbelzone sind beide Rotationsrichtungen derselben gleich zulässig, die mechanische Reibung der beiden Wirbelzonen A und B erhöht außerdem die Existenzfähigkeit. Da die allgemeinen Zirkulationsströmungen in der Atmosphäre sehr langsam sind und die Drift vom Pol zum Äquator z. B. mehrere Jahre dauert, erscheint eine zweiundzwanzigjährige Periode der Bewegung der Wirbelzonen A und B nicht unwahrscheinlich.

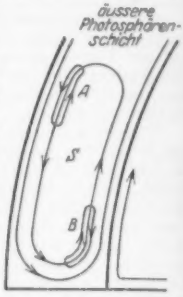


Fig. 3.

In jeder Sonnenhemisphäre (Nord und Süd) ist eine derartige subtropische Strömung S mit Wirbelzonen A und B vorhanden, und die Kopplung der Strömung in beiden Hemisphären verursacht die entgegengesetzte Polaritätsfolge korrespondierender Fleckenzonen.

J. HELLERICH.

Die Helligkeit der kleinen Magellanischen Wolke. Die Bestimmung der scheinbaren Gesamthelligkeit lichtschwacher, ausgedehnter cölestischer Objekte stößt im allgemeinen auf Schwierigkeiten, weil es nur schwer möglich ist, von ihnen Bilder so kleiner Dimensionen zu erlangen, daß sie mit Sternbildern genau genug verglichen werden können.

Im Harvard Bulletin 840 teilt J. S. PARASKEVOPOULOS die Resultate von Versuchen mit, die er auf der Filiale der Harvard-Sternwarte in Arequipa zur Bestimmung der Gesamthelligkeit der kleinen Magellanischen Wolke gemacht hat. Um von dem $2.^{\circ}3 \times 1.^{\circ}7$ großen Objekt ein Bild zu erhalten, das mit den Bildern von Sternen verglichen werden kann, benutzt er als Objektiv für die photographischen Aufnahmen ein positives Okular von einem halben Zoll Brennweite. Das im Fokus dieses Okulars mit einstündiger Belichtung aufgenommene Bild der Wolke ist etwa $^1/_8$ mm groß. Zum Vergleich wurden mehrere helle Sterne etwas außerhalb des Fokus auf dieselbe Platte aufgenommen, so daß ihre Bilder ebenso groß wurden wie das der Wolke, wodurch ein Vergleich beider ermöglicht wurde. Auf diesem Wege ergab sich die scheinbare Gesamthelligkeit der Wolke zu + 1.8 Größenklassen, woraus mit der früher von SHAPLEY angegebenen Parallaxe $0''.000031$ die absolute photographische Gesamthelligkeit — 15.7 Größenklassen folgt, ein Wert, der den von SHAPLEY vor einigen Jahren auf anderem Wege geschätzten, — 15, gut bestätigt. OTTO KOHL.

Ionisiertes Vanadium auf der Sonne. Bei einer Vergleichung der Liste der von MEGGERS mitgeteilten Linien des ionisierten Vanadiums mit dem ROWLANDschen Wellenlängentabellen des Sonnenspektrums findet Miß C. H. PAYNE (Harvard Bulletin 841), daß alle stärkeren Linien des irdischen Spektrums des ionisierten Vanadiums im Sonnenspektrum vorkommen. Etwa ein Drittel der verglichenen Linien ist schon von ROWLAND als Vanadiumlinien erkannt worden, während für die übrigen, zum Teil verhältnismäßig kräftigen Linien des Sonnenspektrums bisher noch keine Identifizierung vorlag. Im Gegensatz zu den Linien des ionisierten Scandiums, Titans und Eisens zeigen die Linien des ionisierten Vanadiums keine Intensitätszunahme im Chromosphärenspektrum. OTTO KOHL.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.